



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110599405 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 16

(21) 申请号 201810606057.4

(22) 申请日 2018.06.13

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110599405 A

(43) 申请公布日 2019.12.20

(73) 专利权人 青岛海信医疗设备股份有限公司  
地址 266100 山东省青岛市崂山区松岭路  
169号软件园外包中心三层北侧

(72) 发明人 韩晓涛 于琦 王琦

(74) 专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有限公司 11415  
专利代理师 林祥

(51) Int. Cl.  
G06T 5/00 (2006.01)  
A61B 8/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 1214901 A, 1999.04.28
- CN 1214901 A, 1999.04.28
- CN 106600550 A, 2017.04.26
- CN 103536316 A, 2014.01.29
- CN 104902824 A, 2015.09.09
- US 2012114209 A1, 2012.05.10

审查员 王晓霞

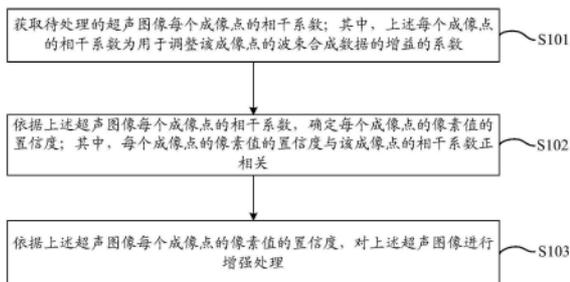
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

## (54) 发明名称

一种超声图像增强方法、装置和计算机设备

## (57) 摘要

本申请提供一种超声图像增强方法、装置和计算机设备。本申请提供的超声图像增强方法，包括：获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数；其中，所述每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数；依据所述超声图像每个成像点的相干系数，确定每个成像点的像素值的置信度；其中，每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关；依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度，对所述超声图像进行增强处理。本申请提供的超声图像增强方法、装置和计算机设备，可得到对比度较高的增强图像。



1. 一种超声图像增强方法,其特征在于,所述方法包括:

获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数;其中,所述每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数;

依据所述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关;

依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,对所述超声图像进行增强处理,包括:依据所述超声图像每个成像点的像素值和每个成像点的相干系数,得到每个成像点的波束合成数据;

根据每个成像点的波束合成数据,得到波束合成图像;

对所述波束合成图像进行滤波处理,得到滤波处理图像;

依据所述超声图像每个成像点的相干系数对所述超声图像和所述滤波处理图像进行融合处理,得到增强图像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述依据所述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度,包括:

将每个成像点的相干系数确定为每个成像点的像素值的置信度。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,对所述超声图像进行增强处理,包括:

依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,采用双边滤波算法对所述超声图像进行增强处理;所述双边滤波算法中每个成像点对应的灰度域权值采用第一公式或第二公式计算;

所述第一公式为:

$$G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_r}} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q) * wp)^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

所述第二公式为:

$$G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_r}} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q)^{wp})^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

其中,  $G_{\sigma_r}$  为成像点p对应的灰度域权值;

$\sigma_r$  为基于高斯函数的灰度标准差;

$I_p$  为成像点p的像素值;

$I_q$  为成像点p的邻域成像点q的像素值;

$wp$  为成像点p的像素值的置信度。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,对所述超声图像进行增强处理,包括:

依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,采用各向异性扩散模型对所述超声图像进行增强处理;其中,所述各向异性扩散模型中的扩散张量的特征值采用第三公式计算,所述第三公式为:

$$\lambda_1 = \begin{cases} a \cdot \left( 1 - \frac{(w_p * \mu_1 - w_p * \mu_2)^2}{s^2} \right), & \text{if } (w_p * \mu_1 - w_p * \mu_2)^2 \leq s^2 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

$$\lambda_2 = a$$

其中,  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  为扩散张量的特征值;  $\lambda_1$  对应平行梯度方向的特征向量;

$\lambda_2$  对应垂直于梯度方向的特征向量;

$a$ 、 $s$  均为常数;

$w_p$  为所述超声图像中成像点  $p$  的相干系数;

$\mu_1$ 、 $\mu_2$  为结构张量的特征值;  $\mu_1$  对应平行梯度方向的特征向量;

$\mu_2$  对应垂直于梯度方向的特征向量。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述依据所述超声图像每个成像点的相干系数对所述超声图像和所述滤波处理图像进行融合处理,得到增强图像,包括:

按照第四公式对所述超声图像和所述滤波处理图像进行融合处理,得到增强图像;所述第四公式为:

$$R(i) = w_i * A(i) + (1 - w_i) * B(i)$$

其中,  $R(i)$  为所述增强图像中成像点  $i$  的像素值;

$w_i$  为所述超声图像中成像点  $i$  的相干系数;

$A(i)$  为所述超声图像中成像点  $i$  的像素值;

$B(i)$  为所述滤波处理图像中成像点  $i$  的像素值。

6. 一种超声图像增强装置,其特征在于,所述装置包括:获取模块、确定模块和处理模块,其中,

所述获取模块,用于获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数;其中,所述每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数;

所述确定模块,用于依据所述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关;

所述处理模块,用于依据所述超声图像每个成像点的像素值和每个成像点的相干系数,得到每个成像点的波束合成数据;

根据每个成像点的波束合成数据,得到波束合成图像;

对所述波束合成图像进行滤波处理,得到滤波处理图像;

依据所述超声图像每个成像点的相干系数对所述超声图像和所述滤波处理图像进行融合处理,得到增强图像。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述确定模块,具体用于将每个成像点的

相干系数确定为每个成像点的像素值的置信度。

8. 根据权利要求6所述的装置,其特征在於,所述处理模块,具体用于:

依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,采用双边滤波算法对所述超声图像进行增强处理;所述双边滤波算法中每个成像点对应的灰度域权值采用第一公式或第二公式计算;

所述第一公式为:

$$G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_r} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q) * wp)^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

所述第二公式为:

$$G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_r} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q)^{wp})^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

其中,  $G_{\sigma_r}$  为成像点p对应的灰度域权值;

$\sigma_r$  为基于高斯函数的灰度标准差;

$I_p$  为成像点p的像素值;

$I_q$  为成像点p的邻域成像点q的像素值;

$wp$  为成像点p的像素值的置信度。

9. 一种计算机设备,其特征在於,包括存储器、处理器及存储在所述存储器并可在所述处理器执行的计算机程序指令,所述程序指令被所述处理器执行时实现本申请权利要求1-5任一项所述方法的步骤。

## 一种超声图像增强方法、装置和计算机设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及图像处理技术领域,尤其涉及一种超声图像增强方法、装置和计算机设备。

### 背景技术

[0002] 超声具有对人体无害、实时成像、成本较低等优点,目前广泛应用于血管、骨密度、心脏等器官的医学检测领域。其主要通过向受检体发射超声波并从受检体接收超声波来形成超声图像。目前,为了提高超声图像的图像质量,需要减少接收信号中所包含的不必要的信号分量,即旁瓣分量、栅瓣分量、噪声分量等。

[0003] 目前,经研究发现,由声速不均匀性引起的相位畸变是导致超声成像质量下降的一个重要原因。因此,减小因声速不均匀性和旁瓣分量导致的超声图像分辨率和对比度的下降至关重要。近年来,提出了在整相求和处理之后减少或抑制接收信号中所包含的不必要的信号分量的方法。该方法采用相干系数来抑制接收信号(例如,将波束合成数据乘以相干系数,得到用于成像的成像数据)。

[0004] 采用上述方法成像时,声速不均匀的点或旁瓣分量强的点被强制拉低,会与本来幅值低的点混淆,使得超声图像的对比度降低。目前,为了提高超声图像的质量,通常还会对超声图像进行增强处理,现有的方法,在对超声图像进行增强处理时,针对每个成像点的处理是一样的,例如,每个成像点的像素值均乘以相应的增强系数,得到增强后的图像。这样,采用现有方法对上述方法形成的超声图像进行增强处理时,还是无法提高增强图像的对比度。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本申请提供一种超声图像增强方法、装置和计算机设备,以对超声图像进行处理,得到对比度较高的增强图像。

[0006] 本申请第一方面提供一种超声图像增强方法,包括:

[0007] 获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数;其中,所述每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数;

[0008] 依据所述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关;

[0009] 依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,对所述超声图像进行增强处理。

[0010] 本申请第二方面提供一种超声图像增强装置,包括:获取模块、确定模块和处理模块,其中,所述获取模块,用于获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数;其中,所述每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数;

[0011] 所述确定模块,用于依据所述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关;

[0012] 所述处理模块,用于依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,对所述超声图像进行增强处理。

[0013] 本申请第三方面提供一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器并可在所述处理器执行的计算机程序指令,所述程序指令被所述处理器执行时实现本申请第一方面提供的任一项所述方法的步骤。

[0014] 本申请提供的超声图像增强方法、装置和计算机设备,通过获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数,进而依据所述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度,从而依据每个成像点的像素值的置信度,对所述超声图像进行增强处理;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关。这样,由于声速不均匀的程度与旁边分量强弱的程度与相干系数存在正相关关系,通过相干系数,可确定每个成像点的像素值的置信度,即,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关,在确定了每个成像点的像素值的置信度后,在对超声图像进行增强处理时,依据每个成像点的像素值的置信度,对超声图像进行增强处理。这样,对超声图像进行处理后,可提高图像的对比度。

## 附图说明

[0015] 图1为本申请提供的超声图像增强方法实施例一的流程图;

[0016] 图2为本申请一示例性实施例示出的超声图像增强方法的实现原理图;

[0017] 图3为本申请提供的超声图像增强方法实施例二的流程图;

[0018] 图4为本申请一示例性实施例示出的对超声图像和滤波处理图像进行融合处理后得到的增强图像的示意图;

[0019] 图5为本申请一示例性实施例示出的超声图像增强装置所在计算机设备的硬件结构图;

[0020] 图6为本申请提供的超声图像增强装置实施例一的结构示意图。

## 具体实施方式

[0021] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施中所描述的实施方式并不代表与本申请相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0022] 在本申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本申请。在本申请和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解,本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0023] 应当理解,尽管在本申请可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息,但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如,在不脱离本申请范围的情况下,第一信息也可以被称为第二信息,类似地,第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境,如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。

[0024] 本申请提供一种超声图像增强方法、装置和计算机设备,以对超声图像进行增强处理,得到对比度较高的增强图像。

[0025] 图1为本申请提供的超声图像增强方法实施例一的流程图。请参照图1,本实施例提供的方法,可以包括:

[0026] S101、获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数;其中,上述每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数。

[0027] 具体的,每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数,该相干系数可以为以下相干系数中的任意一种:CF、GCF、SCF、GSCF、STF。需要说明的是,超声成像系统会在波束合成阶段计算每个成像点的相干系数。本步骤中,可从超声成像系统获取每个成像点的相干系数。下面对上述各个相干系数作一简要说明:

[0028] 具体的,各类相干系数的计算公式如下:

$$[0029] \quad CF = \frac{|\sum_{i=1}^N S_i|}{\sum_{i=1}^N |S_i|}$$

[0030] 其中, $S_i$ 表示延时计算后不同通道的回波信号的幅值;

[0031]  $N$ 表示通道数。

$$[0032] \quad GCF = \frac{\text{直流分量的功率值}}{\text{频谱信号的总功率值}}$$

[0033] 具体的,不同通道的回波信号幅值越一样时,回波信号的直流分量的功率值就越接近于频谱信号的总功率值;不同通道的回波信号幅值变化越剧烈时,回波信号的直流分量的功率值占频谱信号的总功率值的比例就越小。

$$[0034] \quad SCF = \left| 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N b_i \right)^2} \right|^p$$

[0035] 其中, $b_i$ 表示了不同通道的回波信号的符号位,当回波信号的幅值小于0时, $b_i = -1$ ,当回波信号的幅值大于0时, $b_i = 1$ 。不同通道的回波信号幅值越一样时,SCF就越接近1。

$$[0036] \quad GSCF = \left[ \frac{\sum_{m=0}^M \left| \sum_{i=0}^{N-1} b_i \cdot \exp\left(-\frac{j \cdot 2\pi \cdot i \cdot m}{N}\right) \right|^2}{N \sum_{i=0}^N b_i^2} \right]$$

[0037] GSCF表示了回波信号的符号序列中直流分量占总能量的比例,当不同通道的回波信号幅值越一样时,GSCF就越接近1。

$$[0038] \quad STF(k) = \left| 1 - \sqrt{1 - A(k)^2} \right|^q \quad (0 \leq STF(k) \leq 1)$$

$$[0039] \quad A(k) = 1 - \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N c_i(k)$$

$$[0040] \quad c_i(k) = \begin{cases} 1 & \text{if } b_i(k) \neq b_{i+1}(k) \\ 0 & \text{if } b_i(k) = b_{i+1}(k) \end{cases}$$

[0041] 其中,  $b_i$ 表示了不同通道的回波信号的符号位,当与0的交叉越频繁时,  $c$ 就越多的为1,  $A$ 越趋近于0, STF就越小。

[0042] S102、依据上述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关。

[0043] 需要说明的是,每个成像点的像素值指波束合成数据经相干系数处理后的数据。进一步地,根据相干系数的原理可知(具体的,有关相干系数的原理可以参见现有技术中的描述,此处不再赘述),相干系数能够表征声速不均匀的程度和旁瓣分量强弱的程度,因此,相干系数可用于表征每个成像点的像素值的置信度。

[0044] 可选地,在本申请一可能的实现方式中,该步骤的具体实现过程,可以包括:将每个成像点的相干系数确定为每个成像点的像素值的置信度。

[0045] S103、依据上述超声图像每个成像点的像素值的置信度,对上述超声图像进行增强处理。

[0046] 需要说明的是,成像点的像素值的置信度越大,在增强处理时该成像点受其领域成像点的影响越小。其中,领域范围可以是用户指定的,针对不同的增强算法,可指定不同的领域范围。本实施例中,不对此作出限定。

[0047] 具体的,通过步骤S102,可以计算得到每个成像点的像素值的置信度,即该成像点的像素值的可靠程度。本步骤中,在对超声图像进行增强处理时,结合每个成像点的置信度对超声图像进行处理,当一成像点的像素值的置信度较大时,说明该成像点的像素值较可靠,在增强处理时,使其不易受领域成像点的影响,当一成像点的像素值的置信度较小时,说明该成像点的像素值较不可靠,在增强处理时,使其更容易受领域成像点影响。这样,可提高图像的对比度。

[0048] 本实施例提供的方法,通过获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数,进而依据每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度,从而依据每个成像点的像素值的置信度,对上述超声图像进行增强处理;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关。这样,由于声速不均匀性的程度与旁瓣分量强弱的程序与相干系数存在正相关关系,这样,通过相干系数,可确定每个成像点的像素值的置信度,即,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关,在确定了每个成像点的像素值的置信度后,在对超声图像进行增强处理时,依据每个成像点的像素值的置信度,对超声图像进行增强处理。这样,可提高图像的对比度。

[0049] 可选地,在本申请一可能的实现方式中,步骤S103具体包括:

[0050] 依据上述超声图像每个成像点的像素值的置信度,采用双边滤波算法对上述超声图像进行增强处理;上述双边滤波算法中每个成像点对应的灰度域权值采用第一公式或第二公式计算;

[0051] 所述第一公式为:

$$[0052] \quad G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_r}} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q) * wp)^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

[0053] 所述第二公式为：

$$[0054] \quad G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_r}} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q)^{w_p})^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

[0055] 其中,  $G_{\sigma_r}$  为成像点p对应的灰度域权值；

[0056]  $\sigma_r$  为基于高斯函数的灰度标准差；

[0057]  $I_p$  为成像点p的像素值；

[0058]  $I_q$  为成像点p的领域成像点q的像素值；

[0059]  $w_p$  为成像点p的像素值的置信度。

[0060] 具体的, 本实施例中, 采用双边滤波算法对超声图像进行处理, 其中, 与现有技术不同的是, 本实施例中, 双边滤波算法中每个成像点对应的灰度域权值采用第一公式或第二公式计算。这样, 可提高图像的对比度。

[0061] 需要说明的是, 双边滤波算法的定义如下：

$$[0062] \quad \text{BF}[I]P = \frac{1}{W_p} \sum_S G_{\sigma_s} G_{\sigma_r}$$

[0063] 其中,  $G_{\sigma_r}$  为每个成像点对应的灰度域权值；

[0064]  $G_{\sigma_s}$  为每个成像点对应的空间域权值；

[0065]  $W_p$  为一标准量；

[0066]  $S$  为领域范围。

[0067] 需要说明的是, 有关每个成像点的空间域权值的具体计算过程和计算原理可以参见现有技术中的描述, 此处不再赘述。

[0068] 可选地, 在本申请另一可能的实现方式中, 步骤S103的具体实现过程, 可以包括：

[0069] 依据上述超声图像每个成像点的像素值的置信度, 采用各向异性扩散模型对所述超声图像进行增强处理；其中, 上述各向异性扩散模型中的扩散张量的特征值采用第三公式计算, 上述第三公式为：

$$[0070] \quad \lambda_1 = \begin{cases} a \cdot \left(1 - \frac{(w_p * \mu_1 - w_p * \mu_2)^2}{s^2}\right), & \text{if } (w_p * \mu_1 - w_p * \mu_2)^2 \leq s^2 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

[0071]  $\lambda_2 = a$

[0072] 其中,  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  为扩散张量的特征值； $\lambda_1$  对应平行梯度方向的特征向量； $\lambda_2$  对应垂直于梯度方向的特征向量；

[0073]  $a$ 、 $s$  均为常数；

[0074]  $w_p$  为上述超声图像中成像点p的相干系数；

[0075]  $\mu_1$ 、 $\mu_2$  为结构张量的特征值； $\mu_1$  对应平行梯度方向的特征向量； $\mu_2$  对应垂直于梯度方向的特征向量。

[0076] 具体的, 本实施例提供的方法, 采用各向异性扩散模型对超声图像进行处理, 与现

有技术不同的是,该各向异性扩散模型中扩散张量的特征值的计算公式不同,本实施例中,采用第三公式计算扩散张量的特征值。这样,可提高图像的对比度。

[0077] 图2为本申请一示例性实施例示出的超声图像增强方法的实现原理图。请参照图2,本申请提供的超声图像增强方法,将相干系数应用到图像增强处理过程。这样,可提高图像的对比度。

[0078] 下面给出一个更具体的实施例,用于详细介绍本申请的技术方案。图3为本申请提供的超声图像增强方法实施例二的流程图,请参照图3,本实施例提供的方法,步骤S103,可以包括:

[0079] 301、依据上述超声图像每个成像点的像素值和每个成像点的相干系数,得到每个成像点的波束合成数据。

[0080] 具体的,参见前面的介绍,该超声图像每个成像点的像素值为对每个成像点的波束合成数据经相干系数处理后的值,例如,为将每个成像点的波束合成数据乘以相干系数的值。本步骤,可依据上述超声图像每个成像点的像素值和每个成像点的相干系数,对每个成像点的像素值进行与相干系数处理对应的逆运算,得到每个成像点的波束合成数据。例如,当相干系数处理为将每个成像点的波束合成数据乘以相干系数的值时,此时,将每个成像点的像素值除以该成像点的相干系数,得到该成像点的波束合成数据。

[0081] S302、根据每个成像点的波束合成数据,得到波束合成图像。

[0082] S303、对上述波束合成图像进行滤波处理,得到滤波处理图像。

[0083] 具体的,可采用现有的滤波算法对波束合成图像进行滤波处理,本实施例中,不对此进行限定。例如,一实施例中,可对波束合成图像进行8邻域滤波处理,得到滤波处理图像。

[0084] S304、依据上述超声图像每个成像点的相干系数对上述超声图像和上述滤波处理图像进行融合处理,得到增强图像。

[0085] 具体的,该步骤的具体实现过程,可以包括:

[0086] 按照第四公式对上述超声图像和上述滤波处理图像进行融合处理,得到增强图像;所述第四公式为:

[0087]  $R(i) = w_i * A(i) + (1 - w_i) * B(i)$

[0088] 其中, $R(i)$ 为所述增强图像中成像点*i*的像素值;

[0089]  $w_i$ 为所述超声图像中成像点*i*的相干系数;

[0090]  $A(i)$ 为所述超声图像中成像点*i*的像素值;

[0091]  $B(i)$ 为所述滤波处理图像中成像点*i*的像素值。

[0092] 具体的,图4为本申请一示例性实施例示出的对超声图像和滤波处理图像进行融合处理后得到的增强图像的示意图。请参照图4,其中,图4中的A图为超声图像,B图为滤波处理图像,C图为对超声图像和滤波处理图像进行融合处理后,得到的增强图像,比较图4中的A图和C图,由此可见,采用本方法对超声图像进行处理后,可削弱因相干系数处理引入的黑色点状噪声,提高图像的对比度。

[0093] 与前述超声图像增强方法的实施例相对应,本申请还提供了超声图像增强装置的实施例。

[0094] 本申请超声图像增强装置的实施例可以应用在计算机设备上。装置实施例可以通

过软件实现,也可以通过硬件或者软硬件结合的方式实现。以软件实现为例,作为一个逻辑意义上的装置,是通过其所在计算机设备的处理器将非易失性存储器中对应的计算机程序指令读取到内存中运行形成的。从硬件层面而言,如图5所示,为本申请一示例性实施例示出的超声图像增强装置所在计算机设备的硬件结构图,除了图5所示的存储器510、处理器520、内存530和网络接口540之外,实施例中装置所在的计算机设备通常根据该超声图像增强装置的实际功能,还可以包括其他硬件,对此不再赘述。

[0095] 图6为本申请提供的超声图像增强方法实施例一的示意图。请参照图6,本实施例提供的装置,可以包括:获取模块610、确定模块620和处理模块630,其中,

[0096] 所述获取模块610,用于获取待处理的超声图像每个成像点的相干系数;其中,所述每个成像点的相干系数为用于调整该成像点的波束合成数据的增益的系数;

[0097] 所述确定模块620,用于依据所述超声图像每个成像点的相干系数,确定每个成像点的像素值的置信度;其中,每个成像点的像素值的置信度与该成像点的相干系数正相关;

[0098] 所述处理模块630,用于依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,对所述超声图像进行增强处理。

[0099] 本实施例的装置,可用于执行图1所示方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0100] 进一步地,所述确定模块620,具体用于将每个成像点的相干系数确定为每个成像点的像素值的置信度。

[0101] 进一步地,所述处理模块630,具体用于:

[0102] 依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,采用双边滤波算法对所述超声图像进行增强处理;所述双边滤波算法中每个成像点对应的灰度域权值采用第一公式或第二公式计算;

[0103] 所述第一公式为:

$$[0104] \quad G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_r}} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q) * wp)^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

[0105] 所述第二公式为:

$$[0106] \quad G_{\sigma_r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_r}} \exp\left(-\frac{((I_p - I_q)^{wp})^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

[0107] 其中, $G_{\sigma_r}$ 为成像点p对应的灰度域权值;

[0108]  $\sigma_r$ 为基于高斯函数的灰度标准差;

[0109]  $I_p$ 为成像点p的像素值;

[0110]  $I_q$ 为成像点p的领域成像点q的像素值;

[0111]  $wp$ 为成像点p的像素值的置信度。

[0112] 进一步地,所述处理模块630,具体用于:

[0113] 依据所述超声图像每个成像点的像素值的置信度,采用各向异性扩散模型对所述超声图像进行增强处理;其中,所述各向异性扩散模型中的扩散张量的特征值采用第三公式计算,所述第三公式为:

$$[0114] \quad \lambda_1 = \begin{cases} a \cdot \left( 1 - \frac{(w_p * \mu_1 - w_p * \mu_2)^2}{s^2} \right), & \text{if } (w_p * \mu_1 - w_p * \mu_2)^2 \leq s^2 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

[0115]  $\lambda_2 = a$

[0116] 其中,  $\lambda_1, \lambda_2$  为扩散张量的特征值;  $\lambda_1$  对应平行梯度方向的特征向量;  $\lambda_2$  对应垂直于梯度方向的特征向量;

[0117]  $a, s$  均为常数;

[0118]  $w_p$  为所述超声图像中成像点  $p$  的相干系数;

[0119]  $\mu_1, \mu_2$  为结构张量的特征值;  $\mu_1$  对应平行梯度方向的特征向量;  $\mu_2$  对应垂直于梯度方向的特征向量。

[0120] 进一步地, 所述处理模块 630, 具体用于:

[0121] 依据所述超声图像每个成像点的像素值和每个成像点的相干系数, 得到每个成像点的波束合成数据;

[0122] 根据每个成像点的波束合成数据, 得到波束合成图像;

[0123] 对所述波束合成图像进行滤波处理, 得到滤波处理图像;

[0124] 依据所述超声图像每个成像点的相干系数对所述超声图像和所述滤波处理图像进行融合处理, 得到增强图像。

[0125] 进一步地, 所述依据所述超声图像每个成像点的相干系数对所述超声图像和所述滤波处理图像进行融合处理, 得到增强图像, 包括:

[0126] 按照第四公式对所述超声图像和所述滤波处理图像进行融合处理, 得到增强图像; 所述第四公式为:

$$[0127] \quad R(i) = w_i * A(i) + (1 - w_i) B(i)$$

[0128] 其中,  $R(i)$  为所述增强图像中成像点  $i$  的像素值;

[0129]  $w_i$  为所述超声图像中成像点  $i$  的相干系数;

[0130]  $A(i)$  为所述超声图像中成像点  $i$  的像素值;

[0131]  $B(i)$  为所述滤波处理图像中成像点  $i$  的像素值。

[0132] 请继续参照图 5, 本申请还提供一种计算机设备, 包括存储器、处理器及存储在所述存储器并可在所述处理器执行的计算机程序指令, 所述程序指令被所述处理器执行时实现本申请提供的任一超声图像增强方法的步骤。

[0133] 以上所述仅为本申请的较佳实施例而已, 并不用以限制本申请, 凡在本申请的精神和原则之内, 所做的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本申请保护的范围之内。

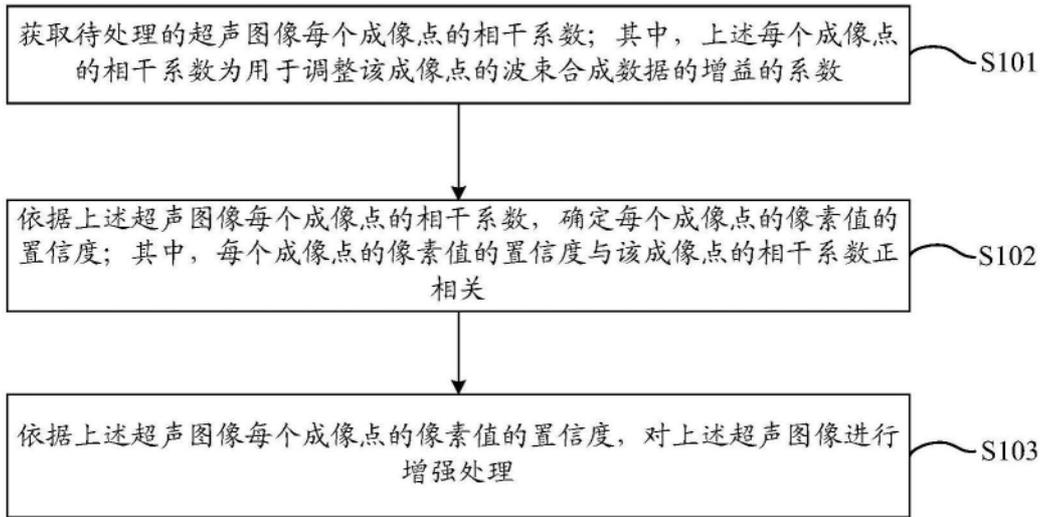


图1

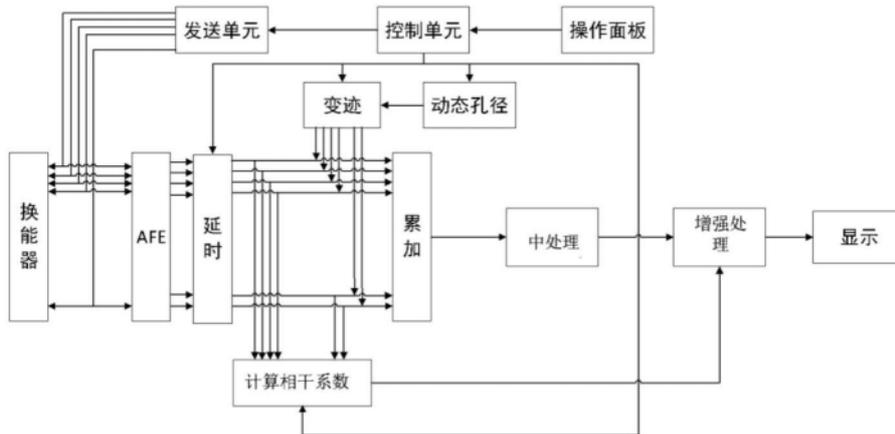


图2

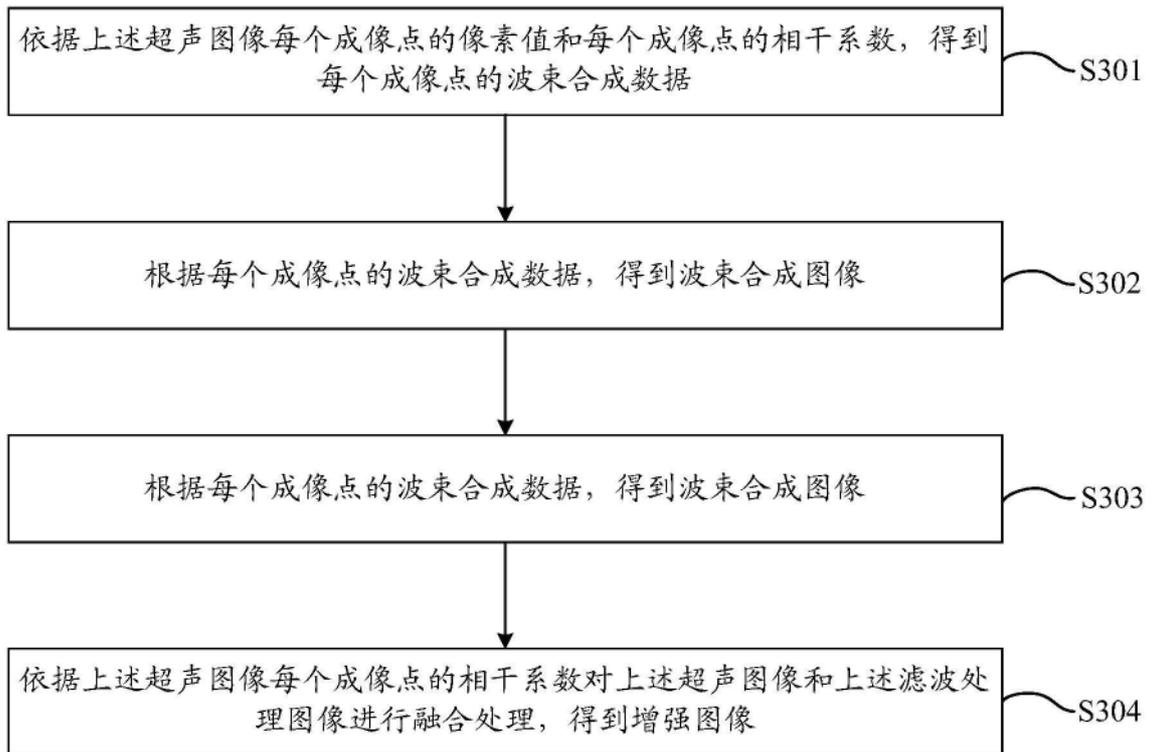
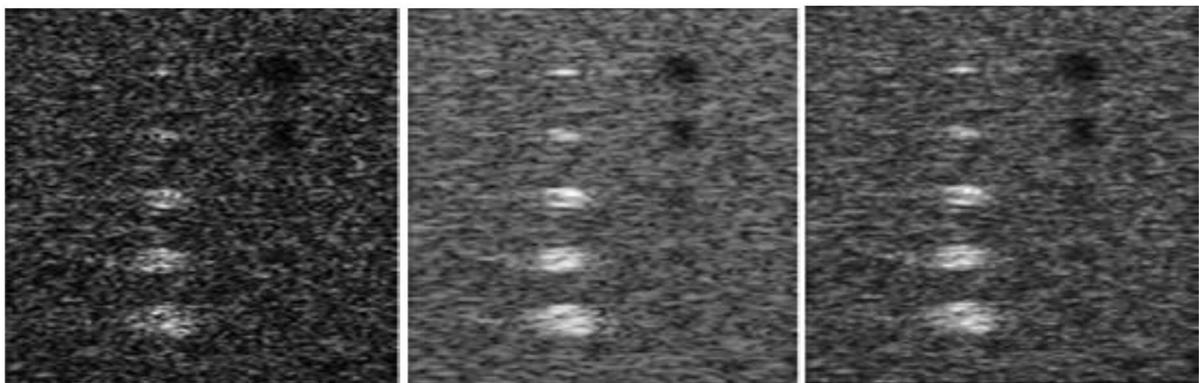


图3



A图：超声图像

B图：滤波处理图像

C图：增强图像

图4

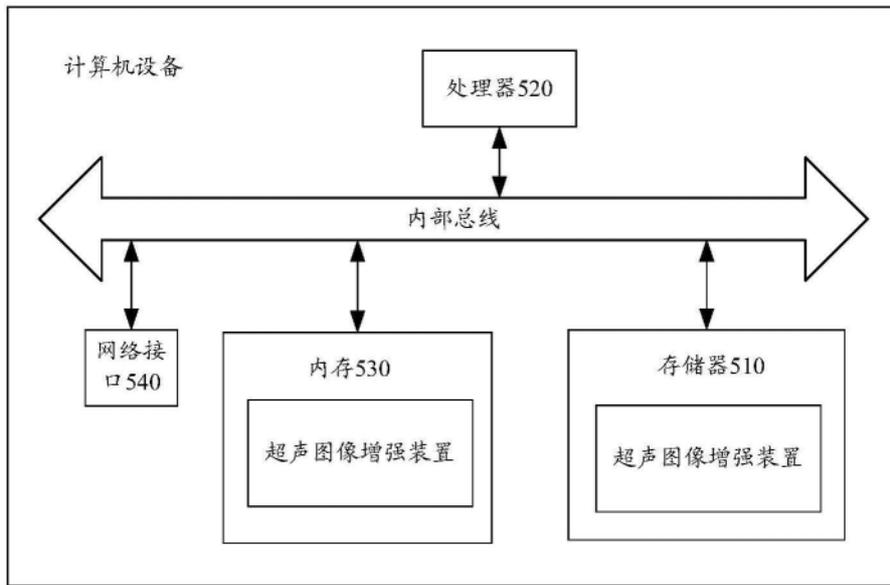


图5

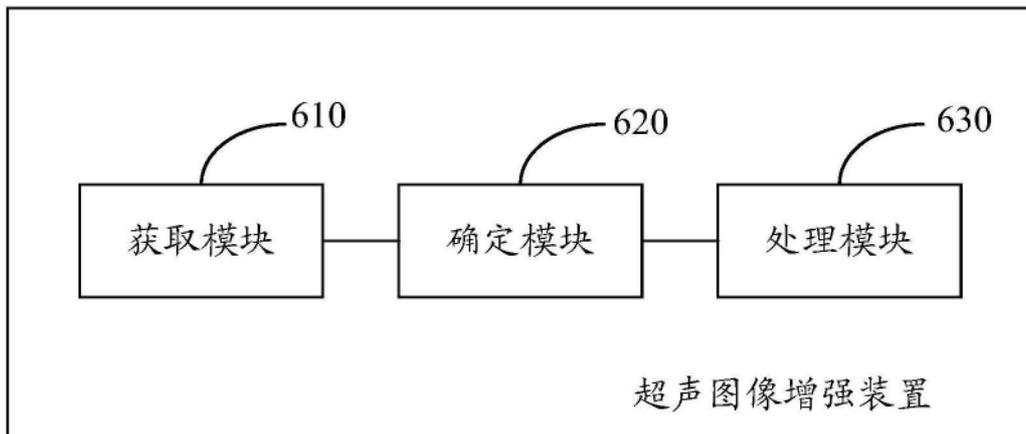


图6