



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109886907 A

(43)申请公布日 2019.06.14

(21)申请号 201910085452.7

(22)申请日 2019.01.29

(71)申请人 云南大学

地址 650091 云南省昆明市五华区翠湖北路2号

(72)发明人 张榆锋 何冰冰 牛德浩 赵征鹏 陈建华 吴俊

(74)专利代理机构 昆明今威专利商标代理有限公司 53115

代理人 赛晓刚

(51)Int.Cl.

G06T 5/50(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

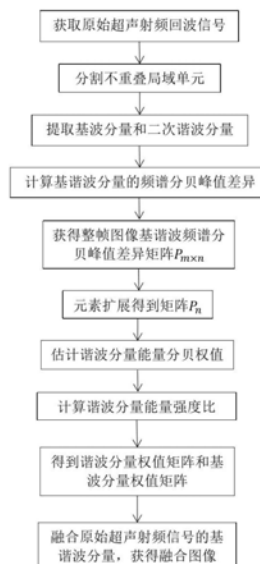
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法

(57)摘要

本发明公开一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法,其特征在于,包括以下步骤:1)将原始超声射频回波信号分割成多个不重叠局域单元;2)提取基波分量和二次谐波分量;3)分别计算局域单元内基谐波分量的频谱;4)计算二者分贝峰值差异,5)确定整帧图像基谐波频谱分贝峰值差异矩阵,并扩展元素;6)获得谐波分量能量分贝权值,进一步计算能量强度比;7)得到谐波分量权值矩阵和基波分量权值矩阵;最使用谐波分量权值矩阵和基波分量权值矩阵融合原始超声射频信号的基谐波分量,获得融合图像。本发明能够更好地实现基谐波图像的优势互补,突出组织非线性引起的谐波效果,获得组织内部细节丰富且轮廓清晰的高质量B超图像。



CN 109886907 A

1. 一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 将原始超声射频回波信号 $RF_{M \times N}$ 分割成 $m \times n$ 个不重叠局域单元 $b(p, q)$ , 其中 $1 \leq m \leq M$ ,  $1 \leq n \leq N$ ;

2) 在任意局域单元 $b(p, q)$ 内提取基波分量 $b_f(p, q)$ 和二次谐波分量 $b_h(p, q)$ ;

3) 计算基谐波分量的频谱分贝峰值差异;

4) 获得整帧图像基谐波频谱分贝峰值差异矩阵 $P_{m \times n}$ ;

5) 对所述步骤4)得到的整帧图像基谐波频谱分贝峰值差异矩阵 $P_{m \times n}$ 进行元素扩展,并映射到 $(0, 1)$ 范围,得到 $M \times N$ 矩阵 $P_n$ ;

6) 估计谐波分量能量分贝权值;

7) 将谐波分量能量分贝权值转换为谐波分量能量强度比,并映射到 $(0, 1)$ 范围,得到谐波分量权值矩阵和基波分量权值矩阵;

8) 使用所述谐波分量权值矩阵和所述基波分量权值矩阵融合原始超声射频信号的基谐波分量,获得融合图像。

2. 如权利要求1所述的一种用于基谐波B超图像融合的权值矩阵,其特征在于,所述步骤3)中任意局域单元内的基谐波频谱分贝峰值差异为:

$$p(p, q) = \max \left\{ 10 \log_{10} \left\{ \frac{FFT(b_f(p, q)) \times \max\{FFT(b(p, q))\}}{\max\{FFT(b(p, q))\} \times FFT(b_h(p, q))} \right\} \right\} \quad (1)$$

其中,  $b_f(p, q)$ 为局域单元内的基波分量,  $b_h(p, q)$ 为局域谐波分量。

3. 如权利要求1所述的一种用于基谐波B超图像融合的权值矩阵,其特征在于,步骤6)中谐波分量能量分贝权值为:

$$W_{0H} = \frac{1 - P_n}{2} \quad (2)$$

其中,  $P_n$ 为元素扩展后的能量差异矩阵。

4. 如权利要求1所述的一种用于基谐波B超图像融合的权值矩阵,其特征在于,步骤7)中谐波分量权值矩阵为:

$$W_H = 10^{\frac{W_{0H}}{10}} / \max(10^{\frac{W_{0H}}{10}}) \quad (3)$$

基波分量权值矩阵为

$$W_F = 1 - W_H \quad (4)。$$

## 一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法

### 技术领域

[0001] 本发明属医学图像融合领域,具体涉及一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法。

### 背景技术

[0002] 由于超声波在生物组织传输过程中的线性作用,传统B超成像使用与频率与发射频率相同的基波回波信号成像,组织轮廓特征显著。但是,生物组织具有衰减和吸收超声波能量等非线性特性,使得超声波在传输过程中滋生谐波。非线性特性越强,谐波分量越大。利用谐波回波信号生成生物组织B超图像的方式称为谐波成像。由于谐波信号主瓣较窄且旁瓣较低,因此谐波图像具有更高的分辨率和对比度,能反映生物组织内部细节特征,但在表现组织轮廓特征方面尚有不足。使用一种成像模式难以获得组织内部细节丰富且轮廓清晰的高质量B超图像。因此,充分利用基谐波信号的互补信息提高生物组织B超图像的清晰度,有望获取更准确的诊断信息。

[0003] 目前,超声基谐波图像融合技术有像素加权平均(Weighted Average,WA)技术、多分辨分析的小波变换(Wavelet Transformation,WT)技术和Laplace 金字塔变换技术以及多尺度几何变换的Curvelet变换技术等。WA技术是对基谐波B超图像的对应像素值直接加权平均得到融合B超图像的像素值,其本质是对基谐波图像进行平滑处理,因此,降低了图像的对比度。多分辨多尺度分析的图像融合技术已成为超声图像融合的研究热点。其中,Laplace金字塔分解变换技术首先对基谐波图像进行Gaussian金字塔分解,然后建立基谐波图像的Laplace 金字塔,最后采用重构算法得到融合图像。Feten Besbe等人将对对比敏感度函数(Contrast Sensitivity function,CSF)引入基于小波变换的人类视觉系统中,利用该方法融合基谐波图像。Yang Guannan等人使用Curvelet变换技术对超声图像融合,对Curvelet变换后的基谐波图像的低频分量采用加权平均法,高频分量采用绝对值最大法,然后对融合Curvelet系数反变换重构融合图像。Liu Guidong等人提出一种基于压缩感知的超声图像融合方法。该方法对基谐波图像在二维Fourier平面内采样,然后在频域内对压缩后的基谐波图像进行加权平均,最后通过Fourier逆变换生成融合图像。上述方法及在此基础上演变的融合方法在一定程度上提高了基谐波B超图像的融合质量,但未考虑超声成像原理,使融合效果在突出超声诊断特征方面尚有不足。为进一步提高融合效果,Li Guoliang 等人结合超声成像原理提出一种基于归一化协方差系数的超声基谐波图像融合方法,根据计算相邻两帧谐波信号的归一化协方差系数设计隶属函数,确定基谐波包络信号的融合权值,采用加权平均融合包络信号,并经扫描转换得到融合超声图像。结果表明,该方法融合了基波图像的近远场信息及谐波图像的中场信息,实现了基谐波信息互补。然而该方法未能体现组织非线性强度引起的谐波分量在组织定征中的影响。描述生物组织非线性效应的非线性参量对组织定征及诊断信息的敏感度较线性参量高出1~2个数量级,由此引起的谐波细节是诊断过程中较有优势的一个重要因素。考虑组织非线性强度的显著影响将对融合效果起到至关重要的作用,更有利于组织定征与超声诊断。

[0004] 针对存在的问题,本发明提出一种基于局域频谱分贝峰值的差异和权值矩阵算法,用于基谐波B超图像融合。根据基谐波分量的频谱分贝峰值差异确定二者融合权值,其目的在于在B超图像中同时体现基波分量中的组织轮廓特征和二次谐波分量中的组织细节特征,提供一种考虑了生物组织非线性特性,用基谐波B超图像融合的权值矩阵算法改善图像的亮度均匀性、提高图像的对比度。

[0005] 经文献检索,未发现与本发明技术方案相同的超声基谐波权值矩阵的算法的有关公开报道。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的在于在B超图像中同时体现基波分量中的组织轮廓特征和二次谐波分量中的组织细节特征,提供一种考虑了生物组织非线性特性,基于基谐波B超图像融合的权值矩阵的计算方法,用于基谐波B超融合。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下的技术方案:

[0008] 一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法,包括以下步骤:

[0009] 1) 获取原始超声射频回波信号,将原始超声射频回波信号 $RF_{M \times N}$ 分割成 $m \times n$ 个不重叠局域单元,其中 $1 \leq m \leq M, 1 \leq n \leq N$ ,则划分后的原始射频回波信号 $RF_{m \times n}$ 可表示为

$$[0010] \quad RF = \begin{bmatrix} b(1,1) & b(1,2) & \cdots & b(1,n) \\ b(2,1) & b(2,2) & \cdots & b(2,n) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b(m,1) & b(m,2) & \cdots & b(m,n) \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (5)$$

[0011] 其中任意局域单元由 $RF_{M \times N}$ 中的元素表示为

$$[0012] \quad b(p,q) = \begin{bmatrix} rf((p-1) \lfloor \frac{M}{m} \rfloor + 1, (q-1) \lfloor \frac{N}{n} \rfloor + 1) & \cdots & rf((p-1) \lfloor \frac{M}{m} \rfloor + 1, q \lfloor \frac{N}{n} \rfloor) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ rf(p \lfloor \frac{M}{m} \rfloor, (q-1) \lfloor \frac{N}{n} \rfloor + 1) & \cdots & rf(p \lfloor \frac{M}{m} \rfloor, q \lfloor \frac{N}{n} \rfloor) \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0013] 其中 $1 \leq p \leq m, 1 \leq q \leq n$ ;  $\lfloor * \rfloor$ 表示向下取整。

[0014] 2) 使用巴特沃斯滤波器,在所述步骤1所得的任意局域单元 $b(p,q)$ 内的射频回波信号中提取基波分量 $b_f(p,q)$ 和二次谐波分量 $b_h(p,q)$ 。

[0015] 3) 计算所述局域单元内的基谐波频谱分贝峰值差异:

$$[0016] \quad p(p,q) = \max \left\{ 10 \log_{10} \left\{ \frac{FFT(b_f(p,q)) \times \max\{FFT(b(p,q))\}}{\max\{FFT(b(p,q))\} \times FFT(b_h(p,q))} \right\} \right\} \quad (7)$$

[0017] 4) 获取全帧图像的基谐波频谱分贝峰值差异矩阵 $P_{m \times n}$ :

$$[0018] \quad P = \begin{bmatrix} d(1,1) & d(1,2) & \cdots & d(1,n) \\ d(2,1) & d(2,2) & \cdots & d(2,n) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d(m,1) & d(m,2) & \cdots & d(m,n) \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (8)$$

[0019] 5) 元素扩展差异矩阵 $P_{m \times n}$ ,并映射到 $(0,1)$ 范围内进行标准化处理,得到 $M \times N$ 矩阵 $P_n$ 。

[0020] 6) 估计谐波分量的能量分贝权值 $W_{0H}$ :

$$[0021] \quad W_{0H} = \frac{1-P_n}{2} \quad (9)$$

[0022] 7) 将 $W_{0H}$ 转换为能量强度比,并映射到(0,1)范围内进行标准化处理,得到谐波分量权值矩阵 $W_H$ 为:

$$[0023] \quad W_H = 10^{\frac{W_{0H}}{10}} / \max(10^{\frac{W_{0H}}{10}}) \quad (10)$$

[0024] 基波分量权值矩阵 $W_F$ 为:

$$[0025] \quad W_F = 1 - W_H \quad (11)$$

[0026] 8) 使用所述谐波分量权值矩阵 $W_H$ 和所述基波分量权值矩阵 $W_F$ 融合原始超声射频信号的基谐波分量 $RF_f$ 和 $RF_h$ ,获得融合图像 $IM_{rf}$ 。

$$[0027] \quad IM_{rf} = W_F \times RF_f + W_H \times RF_h \quad (12)$$

[0028] 本发明使用谐波分量权值矩阵和基波分量权值矩阵融合原始超声射频信号的基谐波分量,获得了融合图像。其中,基波分量携带清晰的组织轮廓信息,谐波分量具有组织纹理的细节信息,基于基谐波能量差异进行加权融合。因此,与原始B超图像相比,本发明获得的融合图像不仅轮廓清晰、细节丰富,而且改善了图像的亮度均匀性、提高了图像的对比度,同时显著凸显了由组织非线性引起的谐波细节优势。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明方法的具体实施流程图;

[0030] 图2为本发明实施例的实现过程;

[0031] 图3为生物组织的不同非线性系数区域;

[0032] 图4为生成的原始B超图像;

[0033] 图5为基于本发明权值矩阵获得的B超融合结果。

[0034] 其中,1、原始超声射频回波信号;2、局域单元;3、基谐波频谱分贝峰值差异;4、谐波分量权值矩阵;5、基波分量权值矩阵。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0036] 一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法,包括以下步骤:

[0037] 1) 如附图二所示,获取原始超声射频回波信号1,并将其分割成局域单元2。

[0038] 建立一个附图三所示的非线性系数映射的非均匀生物组织模型,横向三等分该生物组织模型,其非线性系数依次设置为0,3及7。扫描该模型获取原始超声射频信号,并将其分割成不重叠局域单元。

[0039] 2) 在局域单元中,使用巴特沃斯滤波器提取基波分量和二次谐波分量。

[0040] 3) 如附图二所示,计算局域单元2的基谐波频谱分贝峰值差异3。

$$[0041] \quad p(p,q) = \max \left\{ 10 \log_{10} \left\{ \frac{FFT(b_f(p,q)) \times \max \{FFT(b(p,q))\}}{\max \{FFT(b(p,q))\} \times FFT(b_h(p,q))} \right\} \right\} \quad (13)$$

[0042] 4) 获取全帧图像的基谐波频谱分贝峰值差异矩阵 $P_{m \times n}$ :

$$[0043] \quad P = \begin{bmatrix} d(1,1) & d(1,2) & \dots & d(1,n) \\ d(2,1) & d(2,2) & \dots & d(2,n) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d(m,1) & d(m,2) & \dots & d(m,n) \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (14)$$

[0044] 5) 元素扩展差异矩阵 $P_{m \times n}$ ,并映射到(0,1)范围内进行标准化处理,得到 $M \times N$ 矩阵 $P_n$ 。

[0045] 6) 估计谐波分量的能量分贝权值 $W_{0H}$ :

$$[0046] \quad W_{0H} = \frac{1-P_n}{2} \quad (15)$$

[0047] 7) 将 $W_{0H}$ 转换为能量强度比,并映射到(0,1)范围内进行标准化处理,得到如附图二所示的谐波分量权值矩阵4:

$$[0048] \quad W_H = 10^{\frac{W_{0H}}{10}} / \max(10^{\frac{W_{0H}}{10}}) \quad (16)$$

[0049] 附图二所示的基波分量权值矩阵5:

$$[0050] \quad W_F = 1 - W_H \quad (17)$$

[0051] 8) 使用所述谐波分量权值矩阵 $W_H$ 和所述基波分量权值矩阵 $W_F$ 融合原始超声射频信号的基谐波分量 $RF_f$ 和 $RF_h$ ,获得融合图像 $IM_{rf}$ 。

$$[0052] \quad IM_{rf} = W_F \times RF_f + W_H \times RF_h \quad (18)$$

[0053] 基于本发明,使用谐波分量权值矩阵和基波分量权值矩阵融合原始超声射频信号的基谐波分量,获得了附图五所示的融合图像。与附图四中的原始B超图像相比,本发明不仅能获得轮廓清晰、细节丰富的高质量融合图像,而且改善了图像的亮度均匀性、提高了图像的对比度,同时显著凸显了由组织非线性引起的谐波细节优势。

[0054] 综上所述,本发明涉及一种用于基谐波B超图像融合的权值矩阵,有助获得更准确的诊断信息。

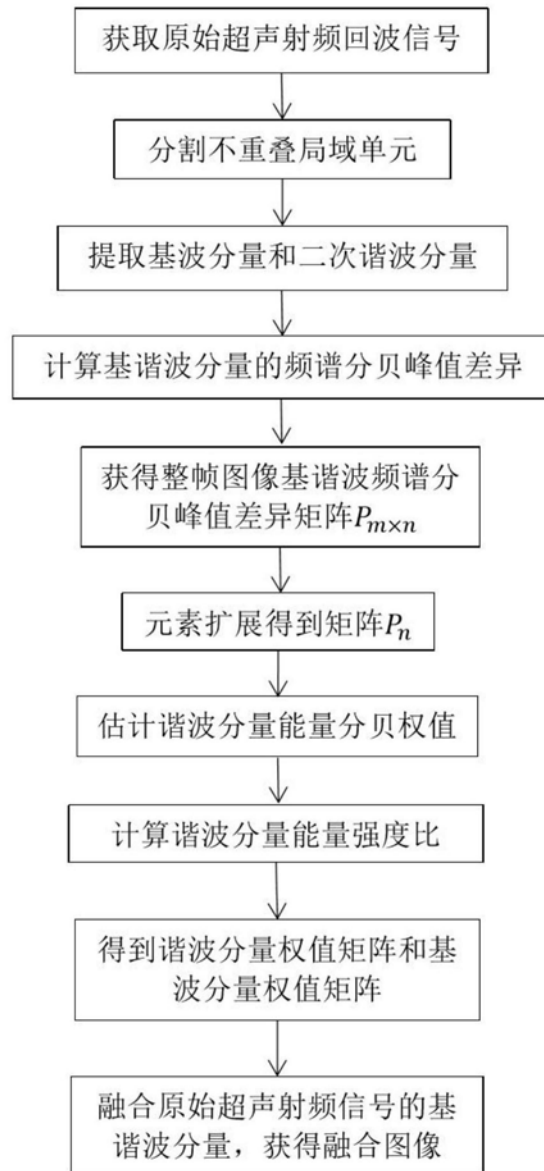


图1

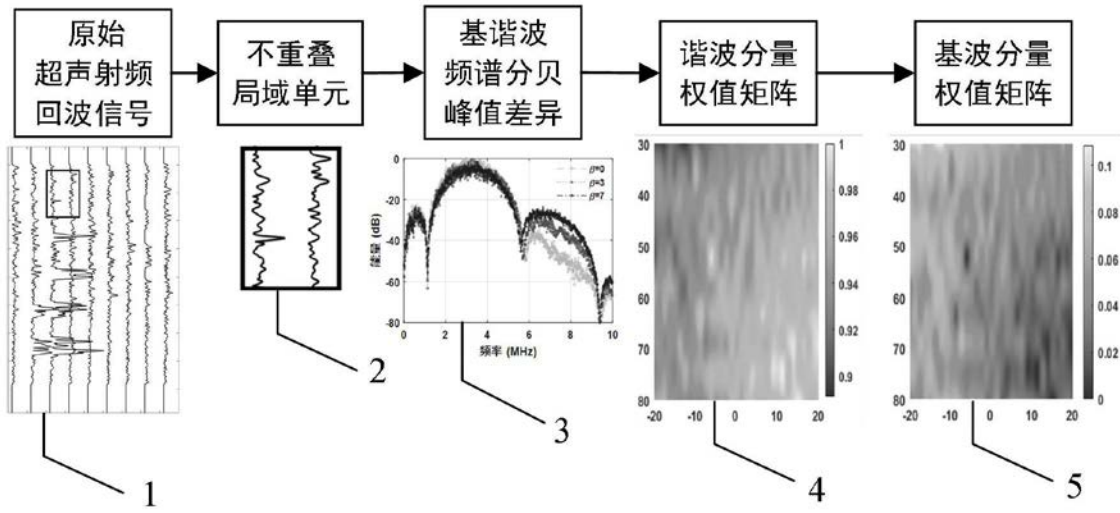


图2

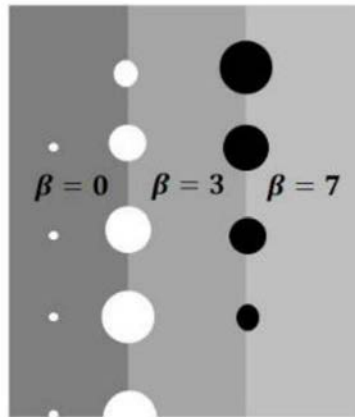


图3



图4

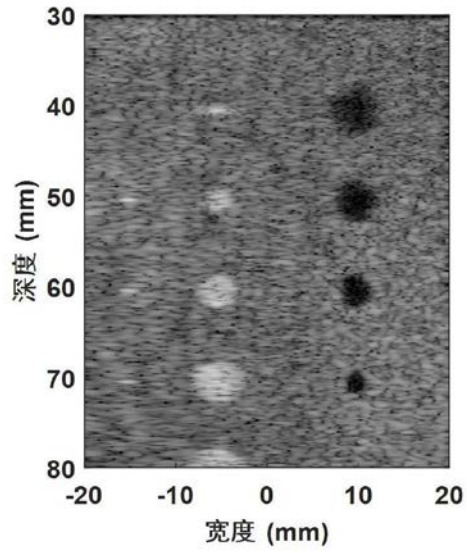


图5

专利名称(译)	一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN109886907A</a>	公开(公告)日	2019-06-14
申请号	CN201910085452.7	申请日	2019-01-29
[标]申请(专利权)人(译)	云南大学		
申请(专利权)人(译)	云南大学		
当前申请(专利权)人(译)	云南大学		
[标]发明人	张榆锋 何冰冰 赵征鹏 陈建华 吴俊		
发明人	张榆锋 何冰冰 牛德浩 赵征鹏 陈建华 吴俊		
IPC分类号	G06T5/50 A61B8/00		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开一种基于权值矩阵算法的基谐波B超融合方法，其特征在于，包括以下步骤：1)将原始超声射频回波信号分割成多个不重叠局域单元；2)提取基波分量和二次谐波分量；3)分别计算局域单元内基谐波分量的频谱；4)计算二者分贝峰值差异；5)确定整帧图像基谐波频谱分贝峰值差异矩阵，并扩展元素；6)获得谐波分量能量分贝权值，进一步计算能量强度比；7)得到谐波分量权值矩阵和基波分量权值矩阵；最使用谐波分量权值矩阵和基波分量权值矩阵融合原始超声射频信号的基谐波分量，获得融合图像终。本发明能够更好地实现基谐波图像的优势互补，突出组织非线性引起的谐波效果，获得组织内部细节丰富且轮廓清晰的高质量B超图像。

