(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 1892696 B
(45)授权公告日 2010.06.16

(21)申请号 200510035913.8
(22)申请日 2005.07.08
(73)专利权人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南12路迈瑞大厦
(72)发明人 倪东 胡勤军 朱磊 杨波
(74)专利代理机构 深圳市睿智专利事务所 44209
代理人 陈鸿荫
(51)Int.Cl.
G06T 5/00(2006.01)
A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件
US 6490374 B2,2002.12.03, 全文.
US 5602934 A,1997.02.11, 全文.
CN 1135499 C,2004.01.21, 说明书第1页第5-20行,第2页第10-15行,第3页第16行-第13页第21行、附图2-4,10-14.

审查员 许馨

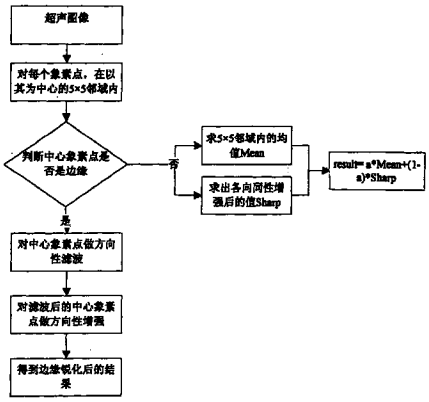
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54)发明名称

超声图像边缘锐化与斑点抑制方法

(57)摘要

一种超声图像边缘锐化与斑点抑制方法,用于对超声扫描显示图像数据的优化处理,包括步骤:读取超声图像数据;依次基于方差对各像素点判断是否边缘点,对边缘点和非边缘点采用不同数据处理计算,得到该点的最终数据并输出或保存。可以对所述边缘点先进行方向性滤波,再作方向性增强,来得到增强的边缘。可以对所述非边缘点求出以该点为中心像素点的一邻域内的像素数据均值,以及各向同性增强值,再求二者的加权平均值来作为所述非边缘点的灰度终值。采用本发明方法,可以同时实现对图像的边缘锐化与斑点抑制,并且具有算法简单,易于硬件实现,可实时处理,适用性强的优点。



CN 1892696 B

1. 一种超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，用于超声成像系统对超声扫描图像显示数据的优化处理，包括步骤：

A. 读取超声图像数据；

B. 依次对各像素点的数据进行处理，将该点得到的最终数据输出或保存；

其特征在于，所述步骤 B 包括基于方差来判断每一所述像素点是否是边缘点的过程：

a. 以所述像素点为中心点取一邻域；

b. 求出所述邻域内的方差 Var；

c. 根据预先设定的方差门限 VarT 判断此中心点是否边缘点，具体是，若满足条件 Var ＞ VarT

则所述像素点为边缘点；

从而，系统对边缘点和非边缘点采用不同处理计算。

2. 根据权利要求 1 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于，所述邻域内的方差 Var 是：

$$Var=(\sum_{i}^{Winsize}\sum_{i}^{WinSize}(Gray(i,j)-GrayAvg)^2)/(WinSize*WinSize)$$

其中，WinSize 为邻域大小，GrayAvg 为邻域内的灰度均值，并且

$$GrayAvg=\sum_{j=1}^{WinSize}\sum_{i=1}^{WinSize}Gray(i,j)/(WinSize\times WinSize)$$

。

3. 根据权利要求 1 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于，

所述步骤 B 判断一像素点是否边缘点还基于计算梯度而进行，具体是：先以所述像素点为中心点取一邻域；求出所述中心点的梯度 Grad；再根据预先设定的方差门限 VarT、梯度门限 GradT 及灰度门限 GrayT 来判断此中心点是否边缘点，即设所述中心点的灰度值为 gray，若满足条件

Grad ＞ GradT，Var ＞ VarT，Gray ＞ GrayT

则所述中心点为边缘点。

4. 根据权利要求 3 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于，所述中心点的梯度 Grad 是：

Grad ＝ max(fabs(XGrad)，fabs(YGrad))

其中，XGrad 和 YGrad 分别表示 x 和 y 方向的梯度。

5. 根据权利要求 1 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于：

系统对各边缘点的处理是进行方向性滤波，来得到增强的边缘。

6. 根据权利要求 5 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于，所述系统对每个所述边缘点的所述方向性滤波包括步骤：

a. 以所述边缘点为中心点取一邻域；

b. 在该邻域内分别计算各个方向的方差；

c. 比较得到最小方差；

d. 计算该最小方差方向上所述邻域内像素点的灰度均值，并将该均值赋给所述边缘点。

7. 根据权利要求 6 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于，所述系统

对每个所述边缘点的处理还包括对所述方向性滤波的结果进一步作方向性增强，包括步骤：

a. 设置一维 LAPLACIAN 模板来求出所述邻域内各个方向的一维 LAPLACIAN 值；

b. 比较所述各个方向的一维 LAPLACIAN 值，找出最大幅值，设为 MaxLAPLACIAN；来计算所述边缘点锐化后的灰度值 Sharp

Sharp = gray+a×MaxLAPLACIAN

其中，gray 为所述边缘点经过方向性滤波的灰度值；a 是预设的加权系数。

8. 根据权利要求 1 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于，

系统对各非边缘点的处理是：求出以该点为中心像素点的一邻域内的像素数据均值，以及各向同性增强值，再对均值和各向同性增强值做加权平均来取得所述非边缘点的终值。

9. 根据权利要求 8 所述的超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，其特征在于，

所述各向同性增强的具体过程包括：先计算所述邻域内像素的灰度均值 Mean 和所述中心像素点的二维 LAPLACIAN 值 Lap；再根据所述二维 LAPLACIAN 值计算灰度锐化值 sharp

sharp = Lap+gray；

最后求所述均值 Mean 和所述锐化值 sharp 的加权平均值

result = (1-b)×Mean+b×sharp

作为所述中心像素点的灰度终值；其中 b 为预设的加权系数。

超声图像边缘锐化与斑点抑制方法

[0001] 技术领域 本发明涉及超声技术，特别涉及超声成像中的数据处理技术，尤其是提高超声图像质量的边缘锐化与斑点抑制方法。

[0002] 背景技术 图 1 是超声成像系统方框，该系统包括一个超声波成像装置，其工作原理是：在主控制器的控制下，探头向受测机体组织发射超声波，经一定延时后接收从受测机体组织反射回来的超声波；该回波信号进入波束合成器，由所述波束合成器完成聚焦延时、加权和通道求和；该波束合成器的输出信号经检测器检测后，送给数字扫描变换器(D.S.C)完成坐标变换，得到最终送往显示器显示的图像数据。其中系统发射的超声波经过介质的散射与反射形成的回波信号，实际上是反向散射信号的连续累加。当介质表面不均匀或具有特殊的微结构特征时，具有一定频率的超声波无法分辨，由此产生的散射信号形成了图像上的斑点。

[0003] 存在于超声图像中的斑点，表现为图像中的黑洞，降低了图像的可分辨性和连续性，严重影响了图像质量，尤其是使边缘与细节变得模糊，增加了医学诊断与治疗的难度。现有超声系统为此还可以包括一个边缘锐化和斑点抑制处理模块，在所述主控制器的控制下，对所述数字扫描变换器输出的图像数据先进行边缘锐化和斑点抑制处理后才送往显示器。因而，研究如何抑制这种斑点、同时保留或增强图像边缘与细节特征，以使超声图像更加清楚，对比度更强，更好地帮助医生诊断，具有重要意义。

[0004] 目前解决超声图像固有的斑点噪声和边缘模糊问题的主要方法有：

[0005] 1) 自适应斑点抑制滤波（见 1989 年 IEEE Trans.Circuits System 第 36 缉 (1)：129-135 页，Loupas T. 等人的“An adaptive weighted median filter for speckle suppression inmedical ultrasonic images”）。该方法属于反锐化掩模滤波方法，它根据斑点局部统计特征的不同，采用不同的滤波系数来控制平滑程度。

[0006] 2) 线边缘检测（见 1998 年 IEEE Trans.Imag.Proc. 第 7 辑 (12)：1700-1714 页，Czerwinski R.N 等人的“Line and boundary detection in speckle images”）。它以长度很短的线段来近似图象的局部线性特征（如边缘与一些特殊结构），这种以局部较小尺度的线性来近似图象结构的大尺度线性的方法，能较好地保留与增强边缘。

[0007] 3) 多尺度非线性抑噪与边缘增强（见 1998 年 IEEE Trans.Med.Imag. 第 17 辑 (4)：532-540 页，Zhang X. 等人的“Speckle reduction and contrast enhancement ofechocardiograms via multi-scale nonlinear processing”）。应用小波多分辨率分析，在不同尺度下，应用不同的阈值抑噪方法来平滑斑点。其基本思想是将图像变换到小波域，舍去某些尺度部分，再进行逆小波变换，从而得到降噪图像。

[0008] 4) 各向异性微分（见 1990 年 IEEE Trans.Pattern Anal.Machine Intell. 第 12 辑 (7)：629-639 页，Perona P. 等人的“Scale-space and edge detection using anisotropicdiffusion”）。在微分过程中，对于邻域像素，根据其灰度梯度值的不同，其平滑作用的强弱也相异，这种具有各向异性的处理方法在抑噪与保留边缘方面具有独特的作用。

[0009] 5)GE 公司在专利 US 6,208,763 和 US 6,592,523 中提出的超声图像增强和斑点抑

制方案，是在图像分割基础上，基于图像梯度把图像分为结构区域和背景区域；对结构区域作方向性滤波和方向性增强，对背景区域作各向同性的平滑滤波。

[0010] 上述现有技术的不足在于：方法 1)-4) 虽然各自方法不同，但都没有区分图像信息，而将同样方法用于图像的整个区域；虽然方法本身可以包括自适应处理，但仍然无法做到同时抑制斑点噪声和增强边缘，经常会出现增强边缘的同时也增强了斑点噪声、或者抑制斑点噪声的同时也使边缘模糊了的情况。方法 1) 尤其还依赖于图像中的斑点统计特性，而医疗上不同的组织结构，会有不同的斑点统计特性。方法 5) 图像增强效果较明显，但它是基于整幅图像来进行处理，算法比较复杂，难于用硬件来实时实现，难于在实际应用中使用。

[0011] 发明内容 本发明要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足，而提出一种超声图像数据处理方法，能用简单的算法处理来实时同时实现对图像的边缘锐化与斑点抑制，并且易于用硬件方式实现。

[0012] 为解决上述技术问题，本发明的基本构思为：采用一种基于图像边缘分析的斑点抑制和边缘锐化方法，首先判断图像的边缘，再分别处理：对于边缘部分作方向性滤波或方向性增强；对于非边缘区域，求得中心像素点邻域内的均值和各向同性增强值，再对这两个值求加权平均来得到最终的结果。从而同时实现对图像的边缘锐化与斑点抑制。

[0013] 作为实现本发明构思的技术方案是，提供一种超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，用于超声成像系统对超声扫描图像显示数据的优化处理，包括步骤：

[0014] A. 读取超声图像数据；

[0015] B. 依次对各像素点的数据进行处理，将该点得到的最终数据输出或保存；

[0016] 尤其是，所述步骤 B 包括基于方差来判断每一所述像素点是否是边缘点的过程：

[0017] a. 以所述像素点为中心点取一邻域；

[0018] b. 求出所述邻域内的方差 Var；

[0019] c. 根据预先设定的方差门限 VarT 判断此中心点是否边缘点，具体是，若满足条件

[0020] $Var > VarT$

[0021] 则所述像素点为边缘点；

[0022] 从而系统对边缘点和非边缘点采用不同处理计算。

[0023] 上述方案中，所述步骤 B 判断一像素点是否边缘点还基于梯度而进行的，具体是：先以所述像素点为中心点取一邻域；求出所述中心点的梯度 Grad；再根据预先设定的方差门限 VarT、梯度门限 GradT 及灰度门限 GrayT 来判断此中心点是否边缘点，即设所述中心点的灰度值为 gray，若满足条件 $Grad > GradT$，$Var > VarT$，$Gray > GrayT$ 则所述中心点为边缘点。

[0024] 上述方案中，系统对各边缘点的处理是进行方向性滤波，来得到增强的边缘。

[0025] 上述方案中，系统对各边缘点的处理还包括对方向性滤波的结果进一步作方向性增强。

[0026] 上述方案中，系统对各非边缘点的处理是：求出以该点为中心像素点的一邻域内的像素数据均值，以及各向同性增强值，再对均值和各向同性增强值做加权平均来取得所述非边缘点的终值。

[0027] 采用上述技术方案，可以同时实现对图像的边缘锐化与斑点抑制，并且具有算法

简单，易于硬件实现，可实时处理，适用性强等优点。

[0028] 附图说明 图 1 是超声成像系统方框图

[0029] 图 2 是本发明边缘锐化和斑点抑制方法流程图

[0030] 图 3 是边缘判断流程图

[0031] 图 4 是梯度计算模板示意图

[0032] 图 5 是方向性滤波流程图

[0033] 图 6 是方向性增强流程图

[0034] 图 7 是各向同性增强流程图

[0035] 图 8 是未采用本发明方法的原始图像示意图

[0036] 图 9 是经本发明方法边缘锐化和斑点抑制后的图像示意图

[0037] 具体实施方式 下面，结合附图所示之最佳实施例进一步阐述本发明。

[0038] 本发明超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，用于超声成像系统对超声扫描图像显示数据的优化处理，系统先读取超声图像数据，再依次对各像素点的数据进行处理，将该点得到的最终数据输出或保存。其中，系统处理模块如图 2 所示，包括判断每一所述像素点是否是边缘点的过程，并对边缘点和非边缘点采用不同处理计算。

[0039] 具体是，在一幅超声图像中，对于每个像素点，以该点为中心取一邻域，例如包括（但不限于）5*5 像素点的范围内，进行计算判断该点是否边缘点。具体是，先求出所述邻域内的方差 Var 再根据预先设定的方差门限 VarT 来判断此中心点是否边缘点：满足条件

[0040] Var ＞ VarT

[0041] 的视为边缘点，否则按非边缘点处理。

[0042] 所述邻域内的方差 Var 可以依下式计算：

[0043] $$Var=(\sum_{i}^{Winsize}\sum_{i}^{WinSize}(Gray(i,j)-GrayAvg)^2)/(WinSize*WinSize)$$

[0044] 其中 WinSize 为邻域大小，GrayAvg 为邻域内的灰度均值，并且

[0045] $$GrayAvg=\sum_{j=1}^{WinSize}\sum_{i=1}^{WinSize}Gray(i,j)/(WinSize\times WinSize)$$

[0046] 此外，本发明的实施例之二可以如图 3 所示，结合方差和梯度计算来判断边缘点：基于上述方差计算上，再求出所述中心像素点的梯度 Grad；再根据预先设定的方差门限 VarT、梯度门限 GradT 及灰度门限 GrayT 来判断此中心点是否边缘点，即设所述中心点的灰度值为 gray，若满足条件 Grad ＞ GradT，Var ＞ VarT，Gray ＞ GrayT 则所述像素点为边缘点。

[0047] 所述中心像素点的梯度 Grad 可以是：Grad ＝ max(fabs(XGrad)，fabs(YGrad))

[0048] 其中 Xgrad 和 Ygrad 分别表示 x 和 y 方向的梯度，可以用 SOBEL 模板来计算（如图 4 所示，图 a 是计算 x 方向梯度的模板，图 b 是计算 y 方向梯度的模板。因属于现有技术，不在此赘述），这样取 x 和 y 方向梯度的绝对值的最大值为该像素点的梯度值。

[0049] 上述实施例中的邻域大小取 5，可以较好地分辨出图像边缘。邻域可以取得更大，但会增加计算量和存储量；而取得更小，可能会影响图像边缘的判断。

[0050] 本发明实施例中，对边缘点的处理是进行方向性滤波来得到增强的边缘。对非边缘点的处理是，求出以该点为中心像素点的一邻域（比如但不限于 5*5）内的像素数据均

值，同时求出各向同性增强值，最后对均值和各向同性增强值做加权平均来取得最终结果。

[0051] 所述方向性滤波的具体过程如图 5 所示（以 3*3 邻域为例）：对每个中心像素点，先在邻域内分别计算各个方向（以 0 度、45 度、135 度、90 度四个方向为例）的方差，再比较得到最小方差，沿该最小方差的方向做均值滤波，即计算最小方差方向的三点灰度均值，最后将该均值赋给中心像素点。所述方向性滤波处理可以使模糊的边缘变得比较光滑。

[0052] 为进一步增强边缘，系统对各边缘点的处理还包括对上述方向性滤波的结果作方向性增强，所述方向性增强的具体过程如图 6 所示（以 3*3 邻域为例）：先求出各个方向的一维 LAPLACIAN 值，可以设置一维 LAPLACIAN 模板为 {-1，2，-1}；再比较所述各一维 LAPLACIAN 值，找出最大幅值，设为 MaxLAPLACIAN；最后计算所述中心像素点锐化后的灰度值 Sharp，为

[0053] $Sharp = gray + a \times MaxLAPLACIAN$

[0054] 其中 gray 为经过方向性滤波的灰度值；a 是预设的加权系数，与锐化强弱程度相对应，不同的成像系统预设不同的 a 值。

[0055] 所述各向同性增强的具体过程如图 7 所示（以对应像素点为中心的 5*5 邻域为例）：先计算该邻域内像素的灰度均值 Mean，和该中心像素点的二维 LAPLACIAN 值 Lap；再根据所述二维 LAPLACIAN 值计算灰度锐化值 sharp，如 $sharp = Lap + gray$；最后求所述均值 Mean 和所述锐化值 sharp 的加权平均值作为所述中心像素点的灰度终值：

[0056] $result = (1-b) \times Mean + b \times sharp$

[0057] 其中预设的加权系数 b 用来控制非边缘点区域（即背景区域）的图像颗粒细腻程度。因所述一维 LAPLACIAN 及二维 LAPLACIAN 的计算属于现有技术，不在此赘述。

[0058] 所述实施例实验对比如下：以一（但不限于）全数字黑白 B 超为例，通常图像可取得如图 8 所示显示效果，该图像数据经本发明边缘锐化和斑点抑制方法处理后的输出显示如图 9，可见，后者的图像边缘更清楚明显、斑点噪声也得到很好抑制，从而图像质量得到很好提高。

[0059] 用 DSP（数字信号处理器）编程或 PLGA（可编程逻辑门阵列）、CPLD（复杂可编程逻辑器件）方式来硬件实现的上述方法，亦在本发明的保护范围内。

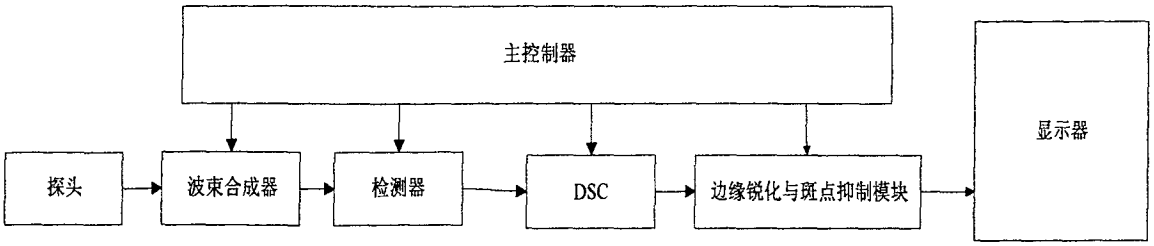

主控制器
显示器
探头
波束合成器
检测器
DSC
边缘锐化与斑点抑制模块

图 1

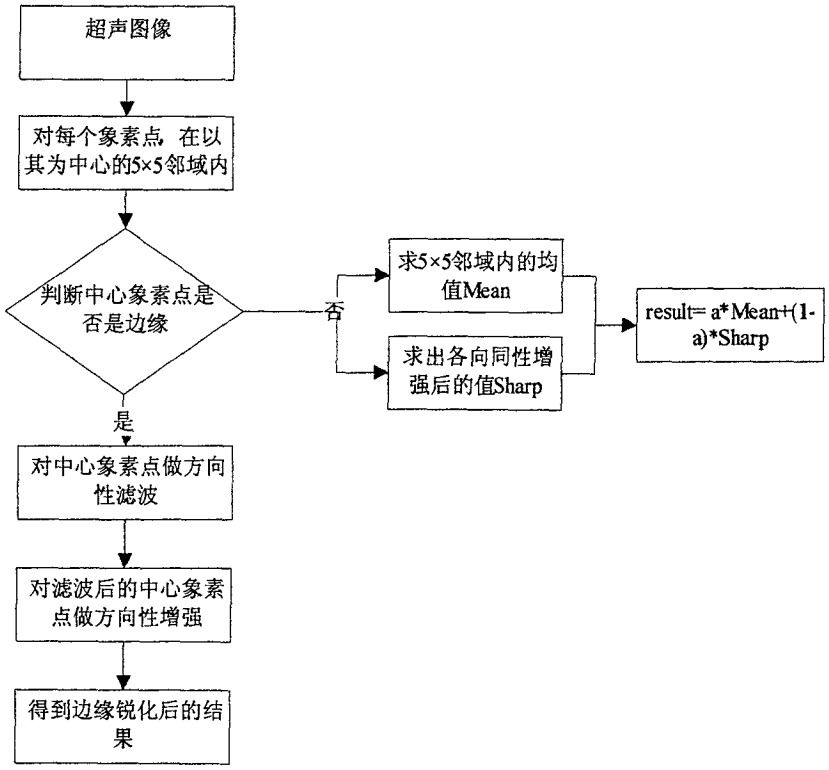

超声图像
对每个象素点，在以其为中心的5×5邻域内
判断中心象素点是否是边缘
否
是
求5×5邻域内的均值Mean
求出各向同性增强后的值Sharp
result= a*Mean+(1-a)*Sharp
对中心象素点做方向性滤波
对滤波后的中心象素点做方向性增强
得到边缘锐化后的结果

图 2

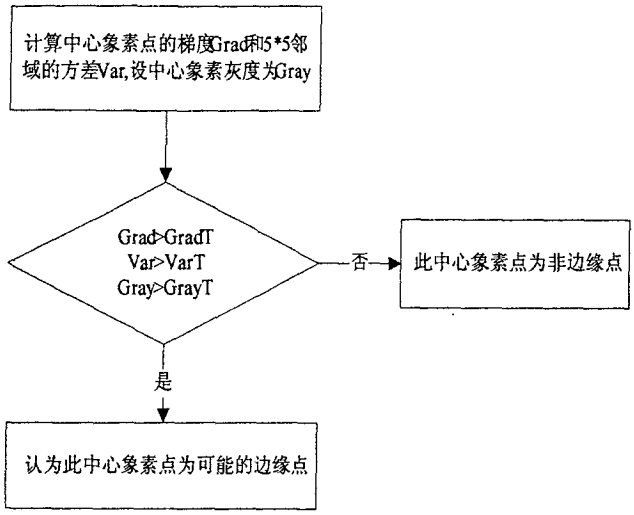


图 3

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

a

b

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

图 4

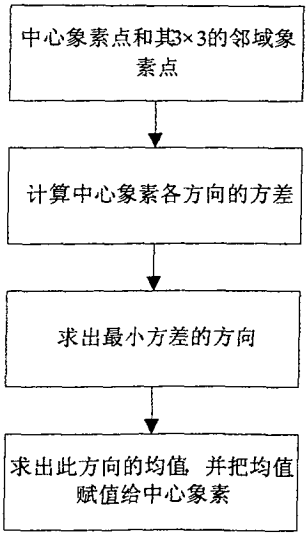


图 5

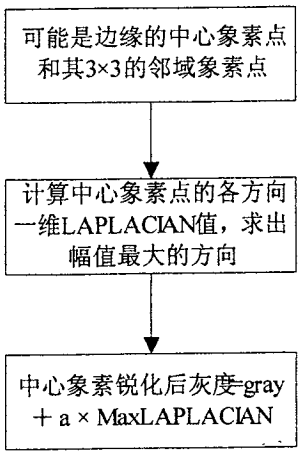

可能是边缘的中心象素点和其3×3的邻域象素点
计算中心象素点的各方向一维LAPLACIAN值，求出幅值最大的方向
中心象素锐化后灰度=gray＋a × MaxLAPLACIAN

图 6

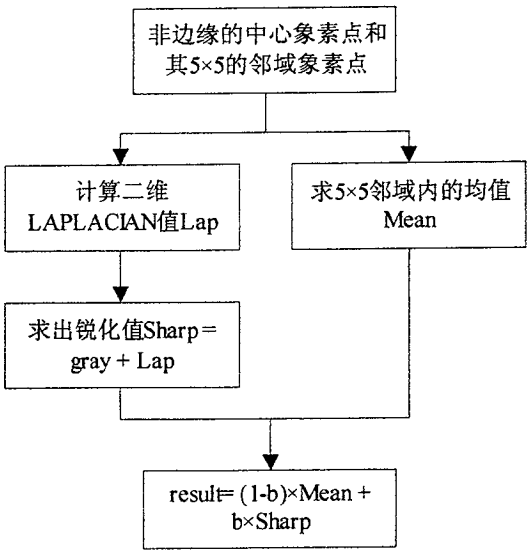

非边缘的中心象素点和其5×5的邻域象素点
计算二维LAPLACIAN值Lap
求5×5邻域内的均值Mean
求出锐化值Sharp＝gray＋Lap
result= (1-b)×Mean + b×Sharp

图 7

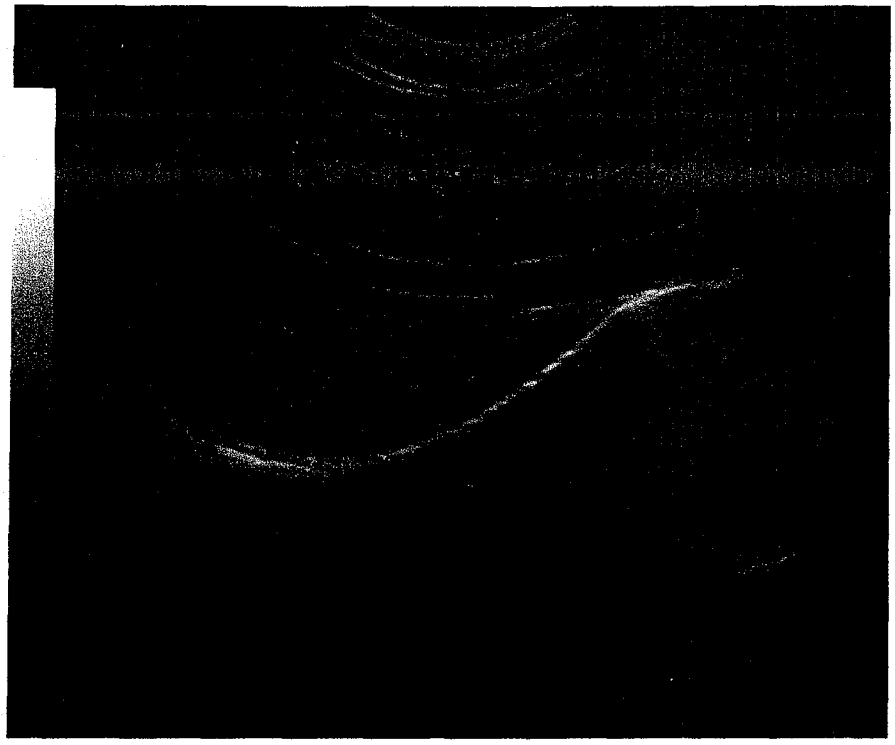


图 8

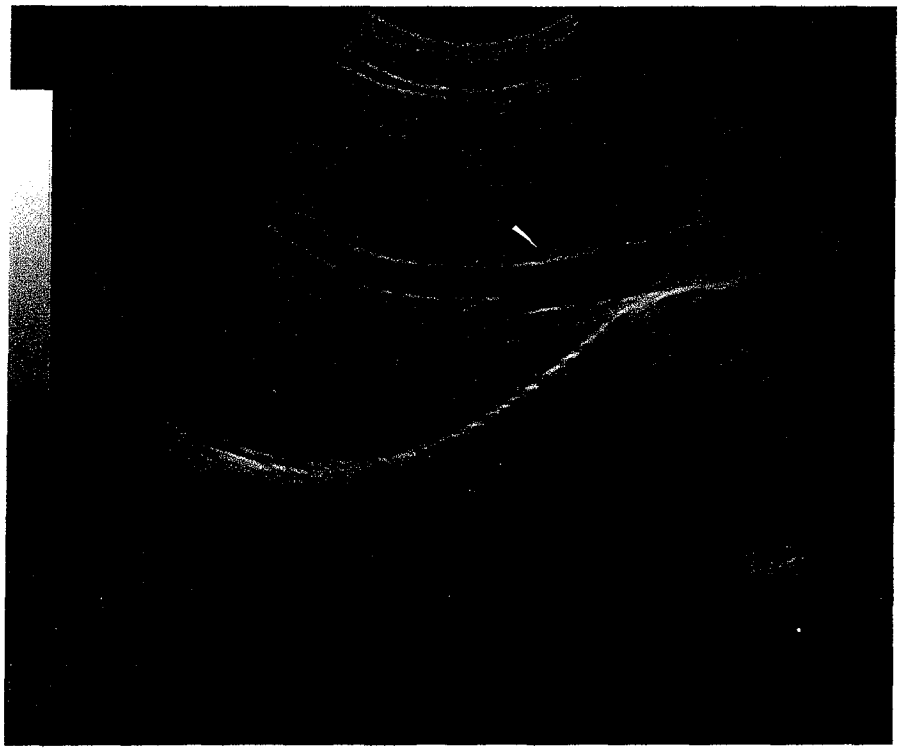
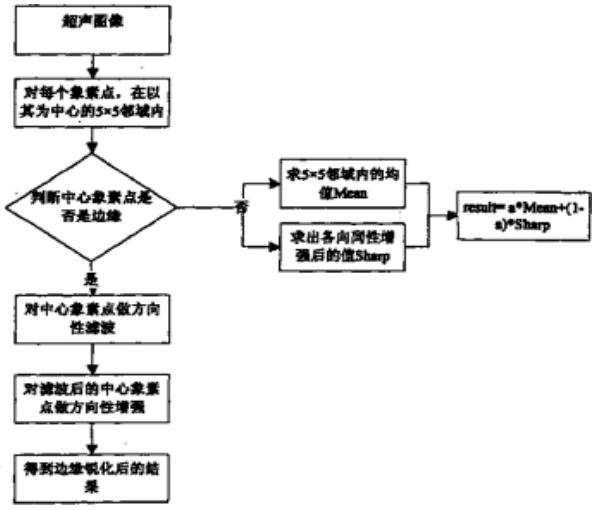


图 9

专利名称(译)	超声图像边缘锐化与斑点抑制方法		
公开(公告)号	CN1892696B	公开(公告)日	2010-06-16
申请号	CN200510035913.8	申请日	2005-07-08
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	倪东 胡勤军 朱磊 杨波		
发明人	倪东 胡勤军 朱磊 杨波		
IPC分类号	G06T5/00 A61B8/00		
其他公开文献	CN1892696A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种超声图像边缘锐化与斑点抑制方法，用于对超声扫描显示图像数据的优化处理，包括步骤：读取超声图像数据；依次基于方差对各像素点判断是否边缘点，对边缘点和非边缘点采用不同数据处理计算，得到该点的最终数据并输出或保存。可以对所述边缘点先进行方向性滤波，再作方向性增强，来得到增强的边缘。可以对所述非边缘点求出以该点为中心像素点的一邻域内的像素数据均值，以及各向同性增强值，再求二者的加权平均值来作为所述非边缘点的灰度终值。采用本发明方法，可以同时实现对图像的边缘锐化与斑点抑制，并且具有算法简单，易于硬件实现，可实时处理，适用性强的优点。