

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)
G01N 29/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510036841.9

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100484479C

[22] 申请日 2005.8.26

[21] 申请号 200510036841.9

[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 朱 磊 胡勤军 冯赫林

[56] 参考文献

US6592523B2 2003.7.15

CN1135499C 2004.1.21

针对颅脑 CT 的边缘提取. 董远, 刘文萍, 胡光锐. 中国生物医学工程学报, 第 17 卷第 4 期. 1998

审查员 黄 曦

[74] 专利代理机构 深圳市睿智专利事务所
代理人 陈鸿荫

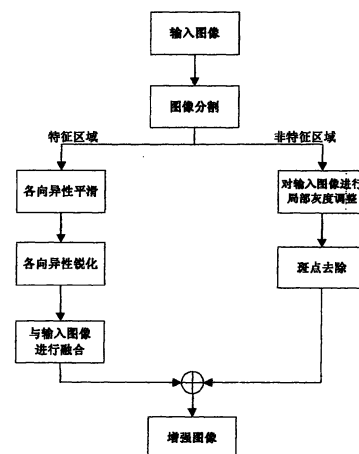
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

超声图像增强与斑点抑制方法

[57] 摘要

一种超声图像增强与斑点抑制方法, 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: 读取超声图像数据; 将与该超声图像数据对应的增强图像数据输出或保存; 尤其是, 在上述两步骤之间还包括步骤: 将所述超声图像分割为特征区域和非特征区域, 分别进行数据处理; 将所述针对特征区域和非特征区域处理的结果数据合并, 得到所述增强图像数据。其中, 分割图像时可以综合利用图像中多种信息, 包括梯度、灰度和方差信息, 以便提取出图像中的明显边界、较亮区域和弱边界, 进行有针对性的图像增强和斑点抑制, 从而提高图像质量, 使超声成像更适应人的视觉系统。



1. 一种超声图像增强与斑点抑制方法,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. 将所述超声图像分割为特征区域和非特征区域,分别进行数据处理;
- C. 将所述针对特征区域和非特征区域处理的结果数据合并,得到增强图像数据;
- D. 将与该超声图像数据对应的增强图像数据输出或保存;

其特征在於,所述步骤 B 中对所述非特征区域内的数据处理采用局部灰度调整来进行图像平滑,包括步骤:

- b1. 对输入图像 I_{in} 进行分块,计算分块图像的灰度均值,得到 $Mean_{block}$ 图像;
- b2. 根据输入图像中各像素的不同梯度值来设置各点相应的灰度调整系数 R_{adjust} ;
- b3. 计算局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$ 的各点灰度值

$$I_{adjusted} = Mean_{block} + (I_{in} - Mean_{block}) * R_{adjust}。$$

2. 根据权利要求 1 所述的超声图像增强与斑点抑制方法,其特征在於,

所述步骤 B 分割图像是综合利用图像中的梯度和灰度信息来进行的,包括利用梯度提取出图像中的明显边界,以及利用灰度提取出图像中的较亮区域。

3. 根据权利要求 2 所述的超声图像增强与斑点抑制方法,其特征在於,

所述步骤 B 分割图像还利用了图像中的方差信息,用来提取出图像中的弱边界。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的超声图像增强与斑点抑制方法,其特征在於,

所述步骤 B 分割图像时,对利用所述信息来完成提取、从而得到的包括了相应图像特征的模板进行模板后处理,以得到分割模板,所述特征区域设置为该分割模板中包括的图像区域;

所述模板后处理包括模板帧平均处理,对当前帧图像模板新增加的特征区域,仅当该特征区域能连续若干帧满足被分割为模板的条件,该特征区域才能后来被补充成为分割模板的一部分。

5. 根据权利要求4所述的超声图像增强与斑点抑制方法,其特征在于,所述模板帧平均处理包括步骤:

- a. 设置一个模板帧平均矩阵 M_{frame_ave} , 根据第一帧图像的模板来初始化该矩阵的各阵元值;
- b. 对于第二帧及以后的图像, 根据模板来修改所述矩阵的各阵元值;
- c. 根据所述矩阵 M_{frame_ave} 来确定当前帧图像的分割模板。

6. 根据权利要求1所述的超声图像增强与斑点抑制方法, 其特征在于,

所述步骤B中对所述特征区域内的数据处理包括各向异性平滑处理, 包括步骤:

- a. 确定像素点的局部主方向;
- b. 在所述局部主方向的垂直方向上进行该像素的数据平滑处理。

7. 根据权利要求6所述的超声图像增强与斑点抑制方法, 其特征在于,

所述步骤B中对所述特征区域内的数据处理还包括对各向异性平滑处理后的数据进行各向异性锐化处理, 包括步骤:

- c. 在所述局部主方向上, 计算所述像素数据平滑后的方向性 Laplacian;
- d. 该方向性 Laplacian 乘以一个图像锐化系数 $R_{sharpen}$ 以得到各向异性锐化结果。

8. 根据权利要求7所述的超声图像增强与斑点抑制方法, 其特征在于,

所述图像锐化系数 $R_{sharpen} = C * std * (M_{frame_ave} - MID) / 5$, 其中C是一预定常数, std 为图像 I 中的每个像素邻域内灰度的标准方差

$$std = \sqrt{E[I - E(I)]^2},$$

M_{frame_ave} 为分割所述图像 I 时设置的模板帧平均矩阵, MID 为该模板帧平均矩阵对应的预定值。

9. 根据权利要求1所述的超声图像增强与斑点抑制方法, 其特征在于, 所述步骤B中对所述非特征区域内的数据处理还包括了黑色斑点检测及补偿处理, 包括步骤:

- a. 对所述局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$ 用可变大小邻域求图像均值 I_{mean} ;

- b. 基于所述图像均值 I_{mean} 确定补偿像素及各补偿像素的补偿量;
- c. 将所述各补偿像素的补偿量加回所述局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$, 以得到非特征区域斑点去除后的图像数据。

10. 根据权利要求 9 所述的超声图像增强与斑点抑制方法, 其特征在于,

所述步骤 b 中补偿像素包括这些位置的像素: 在所述局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$ 减去所述图像均值 I_{mean} 后得到的差值图像 I_{diff} 中, 大于一预定值的 I_{diff} 所对应位置的像素;
各补偿像素的补偿量为该补偿像素所在位置的对应差值的倍数。

超声图像增强与斑点抑制方法

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图像增强与斑点抑制方法。

背景技术 图1方框图示意的是一个典型的超声成像系统，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，探头向被测机体组织发射超声波，经一定延时后接收从被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，形成一条或多条扫描线上的信号；该波束合成器输出的扫描线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，得到的图像数据被送往计算装置，一般包括内置处理器，FPGA电路，甚至计算机系统等，经图像增强模块处理后送入显示器显示。该超声成像系统也可以调用被保存于外部存储器中的图像序列，经所述图像增强模块处理后用来显示。

所述超声成像系统是依靠所述图像增强模块来实现图像后处理技术，该技术以提高超声图像质量、辅助医疗诊断为目的，具体包括两个重要方面的内容。其一是抑制斑点：当人体内组织反射面不光滑，其粗糙度和入射超声波的波长相当时，不同反射源产生的回波信号由于相位不同，它们可能叠加也可能相消，反映为图像的颗粒感；这样，不同位置的扫描线数据经处理而最终被组合形成一幅超声图像时，斑点噪声始终存在。这些斑点噪声将会掩盖图像中的一些有用信息，一定程度上对医生的诊断造成干扰。因而抑制斑点是达到图像增强的一方面内容。其二是，增强图像中医生所关注的重要结构或特征，包括骨骼、包膜、管腔等；也就是说，超声图像增强后的结果图像中应该保留所有可辨别的结构，包括正常或不正常的结构，同时提供足够的纹理与对比度信息。

与解决上述问题相关的是，GE公司在美国专利 US 6,208,763 和 US 6,592,523 中公开了一种基于梯度分割的图像增强方法。该方法依据梯度信息，将图像分割为结构区域与非结构区域。对结构区域进行基于灰度加权方向性二阶倒数的各向异性锐化处理，以增强图像边缘的对比度；对非结构区域进行各向同性的平滑处理以消除斑点噪声。

上述现有技术的不足在于：虽然所述专利方法将图像分割为结构区域和非结构区域来分别处理，具有一定的合理性，但是该方法以梯度为特征进行图像分割会漏掉一些不明显的特征。尤其在结构区域以原图像的灰度值作为锐化系数会使增强效果过分依赖于分割模板，并且在分割模板的边缘会产生很强烈的不连续感；以及，对非结构区域仅采用线性平滑处理并不能很好地抑制斑点噪声。

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，进行图像增强与斑点抑制，能摆脱增强效果对分割模板的依赖而提高图像质量，并突出图像中的特定信息、抑制或去除无效信息，包括斑点噪声，使超声成像更适应人的视觉系统。

为解决上述技术问题，本发明的基本构思为：在现有超声图像基础上，通过后处理的方式，综合利用图像中的各种信息，比如梯度、灰度和方差信息，将图像区分为包含特征的区域和不含特征的区域，对两类区域分别采取不同的数据处理方法，从而使最终成像效果对区域划分不敏感，不至于在区域边界产生明显的人为界限，并且能够有效抑制黑色斑点噪声。其中，对特征区域的数据可以选择方差最大方向的垂直方向作方向性平滑处理，及沿方差最大的方向作图像锐化处理，锐化系数取决于灰度值的标准方差；对非特征区域的数据可以进行基于局部灰度调整和斑点检测抑制的平滑处理。

作为实现本发明构思的技术方案是，提供一种超声图像增强与斑点抑制方法，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. 将所述超声图像分割为特征区域和非特征区域，分别进行数据处理；
- C. 将所述针对特征区域和非特征区域处理的结果数据合并，得到所述增强图像数据；
- D. 将与该超声图像数据对应的增强图像数据输出或保存；

尤其是，所述步骤B中对所述非特征区域内的数据处理采用局部灰度调整来进行图像平滑，包括步骤：

- b1. 对输入图像 I_{in} 进行分块，计算分块图像的灰度均值，得到 $Mean_{block}$ 图像；
- b2. 根据输入图像中各像素的不同梯度值来设置各点相应的灰度调整系数 R_{adjust} ；
- b3. 计算局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$ 的各点灰度值

$$I_{adjusted} = Mean_{block} + (I_{in} - Mean_{block}) * R_{adjust}。$$

上述方案中，所述步骤 B 分割图像是综合利用图像中的梯度和灰度信息来进行的，包括利用梯度提取出图像中的明显边界，以及利用灰度提取出图像中的较亮区域。

上述方案中，所述步骤 B 分割图像还利用了图像中的方差信息，用来提取出图像中的弱边界。

上述方案中，所述步骤 B 分割图像时，对利用所述信息来完成提取、从而得到的包括了相应图像特征的模板进行模板后处理，以得到分割模板；所述特征区域设置为该分割模板中包括的图像区域；所述模板后处理包括模板帧平均处理，对当前帧图像模板新增加的特征区域，仅当该特征区域能连续若干帧满足被分割为模板的条件，该特征区域才能后来被补充成为分割模板的一部分。

上述方案中，所述步骤 B 中对所述特征区域内的数据处理包括各向异性平滑处理，包括步骤：

- a. 确定像素点的局部主方向；
- b. 在所述局部主方向的垂直方向上进行该像素的数据平滑处理。

上述方案中，所述步骤 B 中对所述特征区域内的数据处理还包括对各向异性平滑处理后的数据进行各向异性锐化处理，包括步骤：

- c. 在所述局部主方向上，计算所述像素数据平滑后的方向性 Laplacian；
- d. 将该方向性 Laplacian 乘以一个图像锐化系数 $R_{sharpen}$ 以得到各向异性锐化结果。

上述方案中，所述步骤 B 中对所述非特征区域内的数据处理还包括了黑色斑点检测及补偿处理，包括步骤：

- a. 对所述局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$ 用可变大小邻域求图像均值 I_{mean} ；
- b. 基于所述图像均值 I_{mean} 确定补偿像素及各补偿像素的补偿量；
- c. 将所述各补偿像素的补偿量加回所述局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$ ，以得到非特征区域斑点去除后的图像数据。

采用上述技术方案，可以更有效地提取并增强显示超声图像中的特征信息，并且图像增强效果对图像分割的依赖程度较小，能够更有效地消除黑色斑点，从而使增强的图像更适应

人的视觉系统，更便于医学诊断参考。

附图说明

图 1 是本发明方法基于的超声成像系统方框图

图 2 是本发明方法流程示意图

图 3 是本发明方法图像分割处理的流程示意图

图 4 是图像分割中产生梯度模板的流程示意图

图 5 是图像分割中产生灰度模板的流程示意图

图 6 是图像分割中产生方差模板的流程示意图

图 7 是图像分割中模板后处理的流程示意图

图 8 是模板后处理中模板帧平均的效果示意图

图 9 是本发明针对特征区域的各向异性平滑处理流程示意图

图 10 是本发明计算方差的方向取向示意图

图 11 是本发明针对特征区域的各向异性锐化处理的流程示意图

图 12 是本发明针对特征区域的图像融合处理流程示意图

图 13 是本发明针对非特征区域的局部灰度调整处理流程示意图

图 14 是非特征区域灰度调整前后局部直方图变化比较示意图

图 15 是针对非特征区域的斑点检测与抑制处理流程示意图

图 16 是本发明方法黑色斑点检测示意图

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。

本发明超声图像增强与斑点抑制方法，用于超声成像系统对超声扫描图像显示数据的优化处理，如图 2 流程图所示，系统先读取超声图像数据，再将该图像分割为特征区域和非特征区域，分别进行数据处理；最后将所述针对特征区域和非特征区域处理的结果数据合并，得到对应所述超声图像数据的增强图像数据，再输出或保存。

其中，特征区域包括图像变化比较丰富的区域，以及亮度较大的区域；非特征区域确定为所述特征区域以外的区域，一般情况下该区域中的数据灰度值比较一致。为了有效地提取图像中各种不同类型的特征，本发明分割图像可以综合利用图像中的梯度和灰度信息来进行：利用梯度可以提取图像中很明显的边界，利用灰度可以选择图像中较亮的区域；还可以进一步利用方差信息来分割图像：利用方差可以提取图像中不明显但需要加强的边界（又称之为

“弱边界”）。

具体分割过程可以如图3所示。系统可以先将输入图像缩小，以提高计算速度和减小原图像中噪声对计算处理的影响。比如（但不限于）将输入图像 I_m 缩小得到边长为原大小 1/2 的缩小图像 I_{shrunk} 。系统先使用梯度信息，对图像（以缩小图像 I_{shrunk} 为例）进行分割，得到梯度模板；再使用图像 I_{shrunk} 的灰度信息修改模板，从而得到灰度模板；接着使用图像 I_{shrunk} 的局部方差信息再次修改模板，得到方差模板；最后对方差模板进行后处理，得到分割模板。所述特征区域就是该分割模板中包括的图像区域。这里，梯度模板、灰度模板和方差模板是依次包容的关系，即灰度模板包括梯度模板中的图像内容，而方差模板又包括灰度模板中的图像内容。

所述梯度模板的产生可以如图4所示。先对缩小图像 I_{shrunk} 中的每个像素，求水平方向梯度 $grad_x$ 和竖直方向梯度 $grad_y$ ，为简化计算，定义简化梯度 G 为

$$G = \max(|grad_x|, |grad_y|)。$$

设置一个梯度门限 GTh ，使图像中对应梯度大于该门限的像素的数目等于预定百分比（例如 25%）。这样，梯度模板可被设置为包括了那些梯度 G 大于门限 GTh 的像素。

所述灰度模板的产生可以如图5所示。可以设置一个灰度门限 Ith ，例如（但不限于）设置该门限值为梯度模板所包括像素的灰度平均值的若干倍（例如 1.5 倍）。这样，可以设置初始灰度模板包括了梯度模板中的像素，以及缩小图像 I_{shrunk} 中灰度值大于 Ith 的像素。为了消除模板中孤立的小区域，可以对该初始灰度模板进行形态学滤波，比如将模板视为二值图像（模板点为 1，非模板点为 0），进行 3*3 形态腐蚀滤波和 5*5 形态扩张滤波，从而得到灰度模板。

所述方差模板的产生可以如图6所示。先对缩小图像进行适当平滑后逐点计算方差 Var

$$Var = \frac{E}{3 \times 3 \text{ 邻域}} [I - \frac{E}{3 \times 3 \text{ 邻域}}(I)]^2，$$

其中 E 代表在邻域内取平均。然后，对整幅方差图像进行分块（例如但不限于每块大小为 9*9），求出每块内方差 Var 的平均值 $Block_Mean(Var)$ 和标准方差 $Block_Std(Var)$ ，并根据这两个值来确定局部的方差门限 $Block_VarTh$

$$\text{例如（但不限于） } Block_VarTh = Block_Mean + Block_Std$$

从而，可以将方差 Var 大于 $Block_VarTh$ 的像素补充到灰度模板中以得到方差模板。这里，因方差门限 $Block_VarTh$ 是局部门限，所以能够比较好地捕捉到那些从整幅图像来看梯度不

大,但是局部方差较大的区域,包括弱边界。这种区域往往是比较均匀区域中具有结构特征的部分,虽然梯度值不大,但是很容易引起人的视觉注意,因而特别需要增强。方差信息必须要和梯度信息配合使用,否则对于强边界很多的局部区域,仅用方差信息进行分割会丢失有用特征。

图7是图像分割中进行模板后处理的流程示意图。对上述获得的模板,先剔除小结构,可以(但不限于)用八连通法;再依次进行模板修正和模板帧平均处理,从而得到分割模板。其中模板帧平均处理是本发明的重要环节,将在下面再具体介绍,而八连通法剔除小结构是指将相邻像素合并为同一个连通区域,再将像素数目少于预定阈值的连通区域去除,具体可以包括步骤:

- a. 在方差模板中,逐行扫描模板像素,扫描到的第一个像素,取其标记值为1,其后每扫描到一个像素,标记值设为前一标记值加1,重复此过程直到扫描完毕,得到标记值图;
- b. 扫描标记值图,对每一像素用其周围八个点中最小的标记值代替此像素的标记值。重复此过程,直到标记图中的标记值不再改变。具有同样标记值的像素构成一个连通区域;
- c. 若某一连通区域的像素数目少于预定阈值,则去除该连通区域。

模板修正的内容可以包括:

- 1) 修复边缘和结构的连续性,设定一个区域增长梯度门限(GTh 乘以某个小于1的常数,例如:0.85),在模板像素周围进行搜索,如果某个非模板像素的梯度大于该门限,则在模板中加入该像素。
- 2) 为使模板具有合理结构,进一步修正模板。对一模板像素,如果其 $3*3$ 邻域中模板像素个数小于某个常数(例如:3),则将其改为非模板像素;对非模板像素,如果其 $3*3$ 邻域中的模板像素个数大于某个常数(例如:6),将其置为模板像素。

为了减少图像序列中相邻帧之间模板突变带来的不利影响,本发明分割图像的模板后处理重点包括了模板帧平均处理,该处理包括步骤:

- a. 设置一个模板帧平均矩阵 M_{frame_ave} ,根据第一帧图像的模板修正结果(或直接根据前述的方差模板或其它模板,下不赘述)来初始化该矩阵的各阵元值:比如,有对应模板点的为最大值 V_{max} (例如:128+5),其余无对应模板点的为最小值 V_{min} (例如:128-5);

- b. 对于第二帧及以后的图像, 根据模板修正结果来修改所述矩阵 M_{frame_ave} 的各阵元值, 有对应模板点的为原值加一常数 (例如: 1) 后的值, 其余无对应模板点的为原值减去一常数 (例如: 1) 后的值; 若阵元值大于 V_{max} , 则将该阵元值设为 V_{max} , 若小于 V_{min} , 则设为 V_{min} ;
- c. 根据所述矩阵 M_{frame_ave} 来确定当前帧图像的分割模板; 例如可以设置分割模板仅包括值大于预定值 (例如: 128) 的阵元所对应的图像像素。

这样, 对当前帧图像模板新增加的特征区域, 仅当该特征区域能连续若干帧满足被分割为模板的条件, 该特征区域才能后来被补充成为分割模板的一部分, 从而有效地降低帧与帧之间模板突变的可能。如图 8 的效果示意图所示, 当图像分割子模块 (不包括模板帧平均的部分) 在第 $N+1$ 帧分割出新的部分之后, 模板并不立即扩大, 只是更新 M_{frame_ave} 中相对应的部分。如果该部分在其后几帧中一直被分割为模板, 则第 $N+m$ 帧时该部分成为模板的一部分。

一旦确定了分割模板, 也就确定了所述特征区域和非特征区域。如图 2 流程所示, 系统对特征区域和非特征区域的数据分别采用不同处理方法。图示的是最佳实施方式, 对特征区域的数据可以逐点依次作各向异性平滑, 各向异性锐化, 再与输入图像 I_m 进行融合, 从而得到特征区域的增强结果; 对非特征区域的数据可以进行局部灰度调整, 再进行斑点检测及去除, 得到非特征区域的增强结果。上述实施方式并限定本发明方法的保护范围, 其它同等变化方式也将落入本发明保护范围。例如, 特征区域的处理后数据与输入图像 I_m 之间的融合处理也可以在最后与非特征区域数据的合并同时进行。

图 9 是所述各向异性平滑处理的流程示意图。在特征区域 (可以对应输入图像的缩小图像 I_{shrunk} 或直接对应输入图像) 中, 以每个像素为中心, 在 0、45、90 和 135 的角度上各取若干个点 (如图 10 所示, 以三点为例, 但不限于三点), 计算各方向上的方向性方差, 将该点方向设定为所述方向性方差值最大的那个方向。在每个像素周围取一小邻域 (例如但不限于 5×5 邻域), 以该像素为中心统计各方向上的像素数目, 将像素数目最多的方向确定为该像素的局部主方向, 该局部主方向可以理解为平滑后的局部梯度方向。在所述局部主方向的垂直方向上以所述像素为中心, 取一线邻域进行该像素的数据平滑处理 (例如: 当局部主方向为 0 度方向时, 其垂直方向为 90 度方向, 因而取线邻域为所述像素及其上下各若干个像素), 可以是计算该线邻域上各像素的加权平均值, 作为方向性平滑结果 $I_{smoothed}$ 。

图 11 是所述各向异性锐化处理的流程示意图。可以依据所述局部主方向对所述方向性平

均结果 $I_{smoothed}$ 计算方向性 Laplacian, 具体例如: 若一像素点的所述局部主方向为水平方向, 则在水平方向上以该点 I_0 为中心取三个点, I_{-1} , I_0 和 I_{+1} , 为例, 计算

$$0\text{度Laplacian} = -I_{-1} + 2 * I_0 + I_{+1}。$$

将该方向性 Laplacian 乘以一个图像锐化系数 $R_{sharpen}$ 即得到各向异性锐化结果 $I_{sharpened}$ 。其中 $R_{sharpen}$ 的计算方法如下:

$$R_{sharpen} = C * std * (M_{frame_ave} - MID) / 5。$$

其中 std 为缩小图像 I_{shrunk} (但不仅限于 I_{shrunk} , 还可以是输入图像或输入图像的各种平滑或变形图像) 中的每个像素邻域 (例如 $3*3$ 邻域) 内灰度的标准方差

$$std = \sqrt{E[I - E(I)]^2},$$

M_{frame_ave} 为图像分割中得到的模板帧平均矩阵, MID 为该模板帧平均矩阵对应的预定值, 在本实施例中, 可以设置 $MID = 128$; C 是一预定常数, 可以但不限于取 $C=20$ 。以所述标准方差 std 作为锐化系数, 可以获得三个好处: 一是可以很好地突出边界, 因为图像包含边缘的区域中标准方差值较大; 二是在模板的边界处 (特征区域与非特征区域的分界处) 标准方差值较小, 因此增强效果会很弱, 可以很好地实现从特征区域到非特征区域的过渡而不会引入人为的边界; 三是大大减小了增强效果对分割模板的依赖性, 假设分割模板过大包含了比较均匀的区域, 由于这些区域内标准方差很小, 因此被误增强而产生的不利影响可以被忽略不计。所述锐化系数 R_{sharp} 的计算中与矩阵 M_{frame_ave} 有关, 是为了使分割模板变化时, 图像在时间上有一个渐变的切换过程, 防止出现图像闪烁。

图 12 为特征区域方向性锐化结果与输入图像进行融合的流程。将方向性锐化结果放大到输入图像大小 (可以使用双线性插值或其它插值方法), 与用户选择的增强系数 (例如范围 1 ~ 2 内取值的一个系数) 相乘, 最后与输入图像 I_{in} 相加, 得到特征区域增强结果。

本发明最佳实施例对图像非特征区域数据的处理流程如图 13 所示, 先进行局部灰度调整, 主要是使用局部灰阶压缩的方法来实现图像平滑, 可以直接在输入图像 I_{in} 数据上进行。先对 I_{in} 进行分块 (例如但不限于分成 $11*11$ 的小块, 块与块之间要有部分重叠以消除分块效应), 计算分块图像的灰度均值, 得到 $Mean_{block}$ 图像。将图像分割时计算的图像梯度 G 放大到输入图像大小, 对于较大的 G (例如 G 大于 10), 设置灰度调整系数 R_{adjust} 为一较大值 (例如 0.75), 其它位置对应 R_{adjust} 设置为一较小值 (例如 0.6)。局部灰度直方图调整后图像 $I_{adjusted}$ 的灰度值由以下公式计算得到:

$$I_{adjusted} = Mean_{block} + (I_{in} - Mean_{block}) * R_{adjust}。$$

这样局部灰度调整后，图像的局部灰阶将变少，可以理解为在局部区域灰度直方图被压缩（如图 14 比较所示，以局部均值为中心被压缩），这样可以给人的视觉以图像被平滑的感觉。同时对梯度较大的点， R_{adjust} 也较大，因此局部的细小特征能够被保留。

可以进一步对局部灰度调整后的非特征区域图像数据进行如图 15 所示的斑点检测与抑制处理。本最佳实施例提出一种对其中黑色斑点进行检测并加以补偿的方法。首先对局部灰度调整后图像 $I_{adjusted}$ 用可变大小邻域求图像均值 I_{mean} ，然后用输入图像 I_{in} 减去 I_{mean} 得到差值图像 I_{diff} ；将 I_{diff} 大于一预定数值的像素确定为补偿像素，并将这些像素所对应的 I_{diff} 乘以一个常数计算出补偿图像 $I_{modiffy}$ ，该补偿图像 $I_{modiffy}$ 中非补偿像素所对应位置的值设为 0。最后将 $I_{modiffy}$ 直接或作适当平均后加回 $I_{adjusted}$ 即可得到非特征区域斑点去除后的图像数据。

其中，如图 16 所示，a 处代表一个黑色斑点，其灰度低于周围像素，对周围小领域求平均后灰度值变化较大；b 处为大结构内部，灰度值比较一致，求平均后灰度值几乎没有变化；c 处为大结构边缘，求平均后灰度变化值介于以上两者之间。采用合适的阈值可以对情况 a 和 c 加以区分，从而检测出斑点。因为斑点的大小在图像的近场与远场有很大不同，因此需要采用大小不同的邻域来求均值图像 I_{mean} ，邻域的大小应当与所要去除的斑点大小相适应（例如，对于大小为 500*400 的图像，近场邻域大小可以选择为 5*5，中场大小可以选择为 7*7，远场大小可以选择为 9*9）。这样，能够检测出小于预定大小（取决于取平均邻域的大小）的黑色斑点，并且根据斑点与周围像素的灰度差异来确定补偿量。经过这样处理，能够很好地对黑色斑点进行抑制，而对其它区域仅引入很小的模糊效果。

所述实施例经一（但不限于）全数字黑白 B 超实验，证实经本方法图像增强与斑点抑制处理后，图像质量得到很好提高。

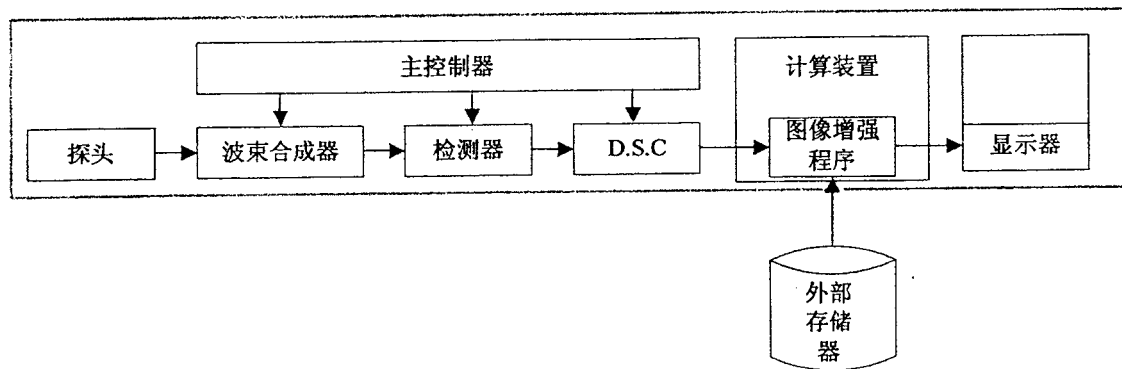


图 1

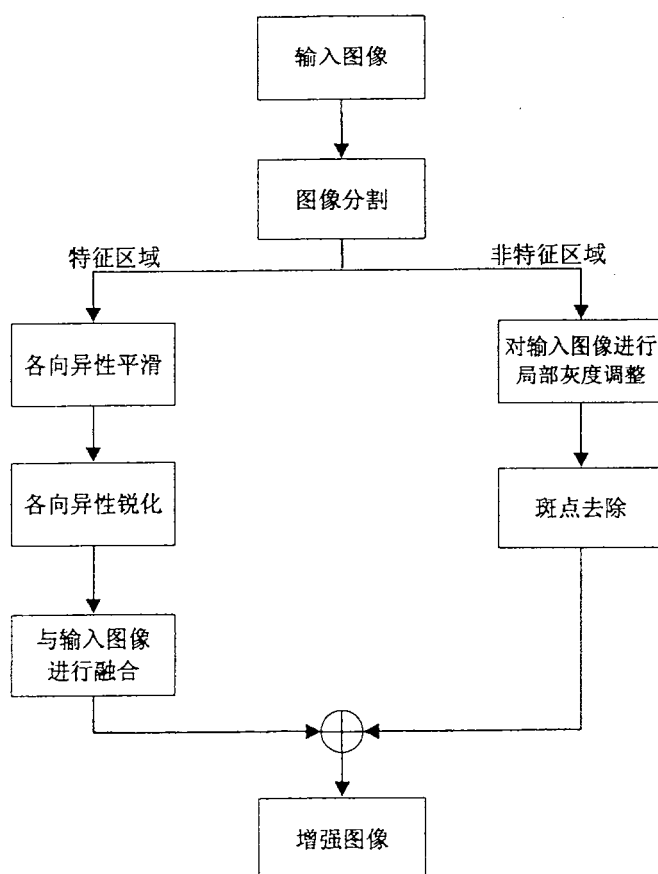


图 2

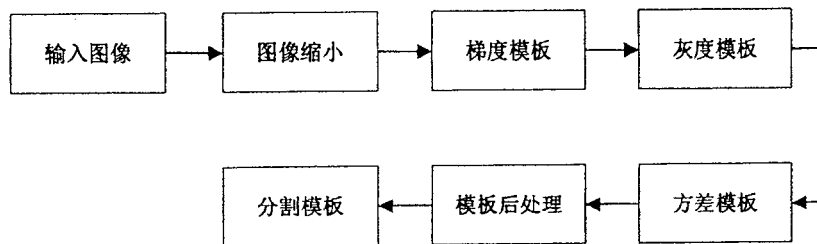


图 3

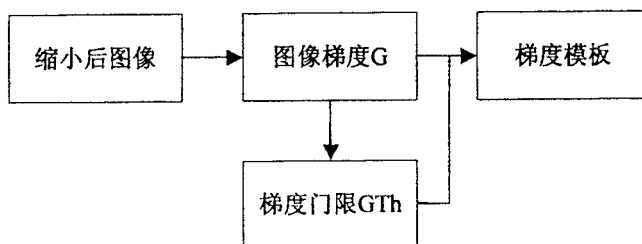


图 4

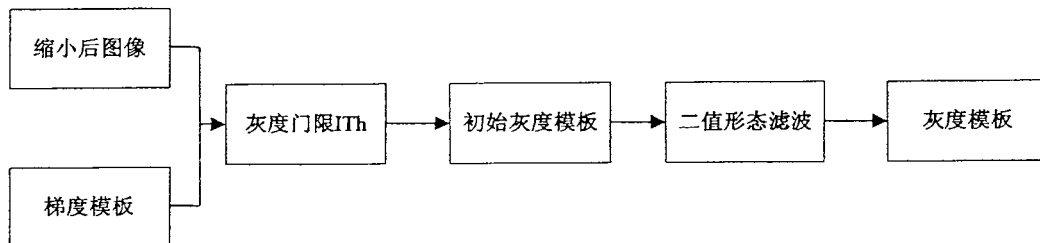


图 5

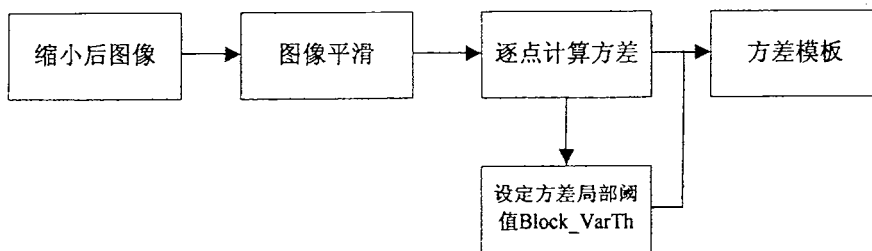


图 6

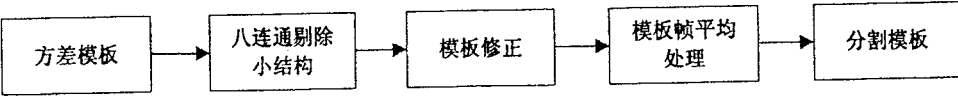


图 7

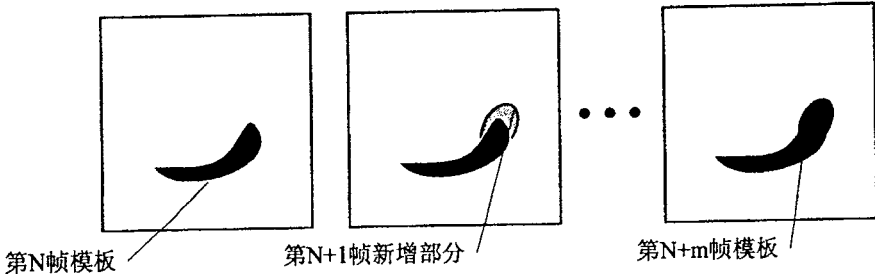


图 8

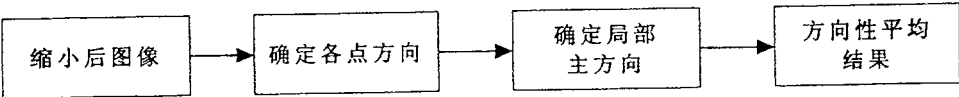


图 9

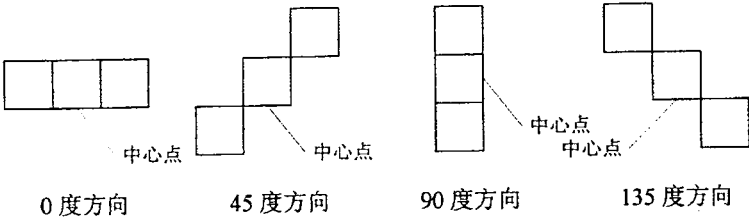


图 10

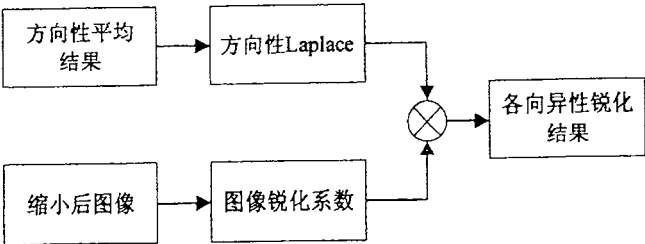


图 11

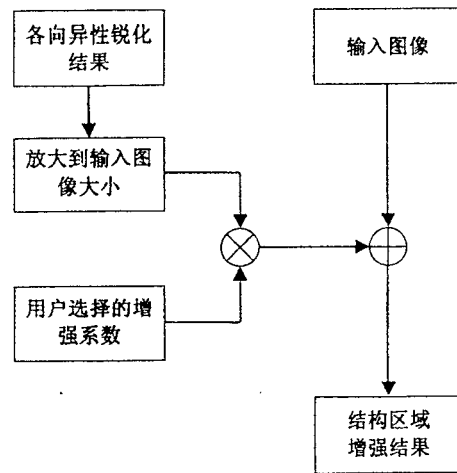


图 12

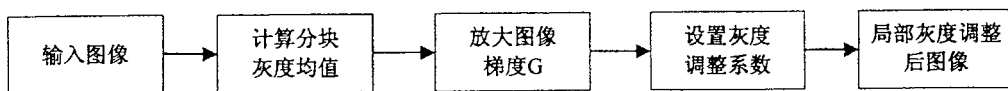


图 13

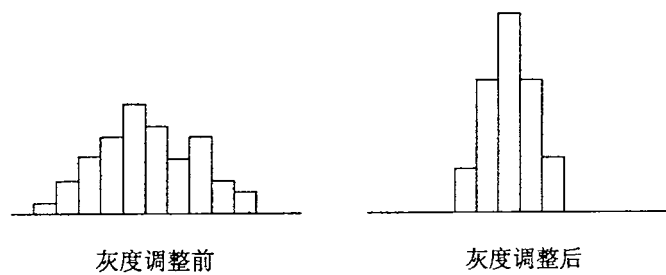


图 14

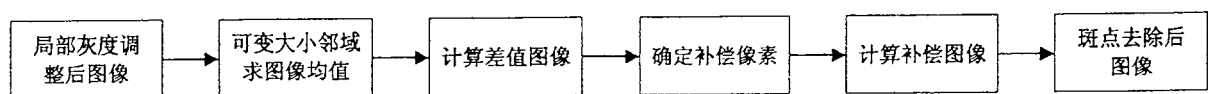


图 15

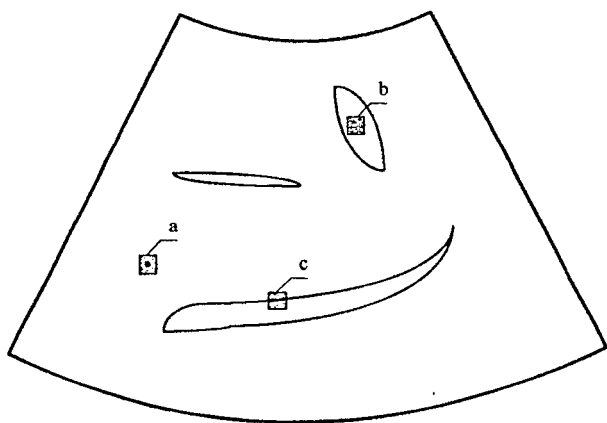


图 16

专利名称(译)	超声图像增强与斑点抑制方法		
公开(公告)号	CN100484479C	公开(公告)日	2009-05-06
申请号	CN200510036841.9	申请日	2005-08-26
[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 朱磊 胡勤军 冯赫林		
发明人	倪东 朱磊 胡勤军 冯赫林		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/00		
CPC分类号	G06T2207/30004 G01S7/52063 G06T5/001 G06T2207/10132 G01S7/52034 G01S7/52069 G06T5/30 G06T2207/20192 G06T7/0083 G06T2207/20144 G01S7/52046 G06T5/002 G06T5/003 G06T7/12 G06T7/155 G06T7/194		
审查员(译)	黄曦		
其他公开文献	CN1919144A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种超声图像增强与斑点抑制方法，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：读取超声图像数据；将与该超声图像数据对应的增强图像数据输出或保存；尤其是，在上述两步骤之间还包括步骤：将所述超声图像分割为特征区域和非特征区域，分别进行数据处理；将所述针对特征区域和非特征区域处理的结果数据合并，得到所述增强图像数据。其中，分割图像时可以综合利用图像中多种信息，包括梯度、灰度和方差信息，以便提取出图像中的明显边界、较亮区域和弱边界，进行有针对性的图像增强和斑点抑制，从而提高图像质量，使超声成像更适应人的视觉系统。

