

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710123680.6

[43] 公开日 2009 年 4 月 1 日

[11] 公开号 CN 101396279A

[22] 申请日 2007.9.29

[21] 申请号 200710123680.6

[71] 申请人 深圳市蓝韵实业有限公司

地址 518034 广东省深圳市福田区景田北路
81 号碧景园 E 栋 601

[72] 发明人 刘明宇 齐丽芸

[74] 专利代理机构 北京必浩得专利代理事务所
代理人 关松寿

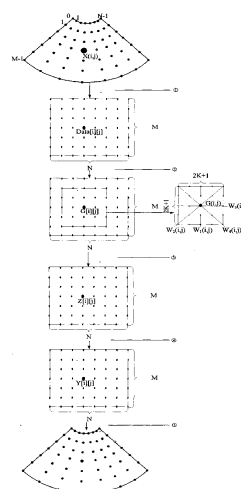
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种去除实时超声图像斑点噪声的方法

[57] 摘要

一种去除实时超声图像斑点噪声的方法，包括步骤：A1. 读入源图像像素数据；A2. 对所述源图像像素数据进行同态变换；A3. 对同态变换后的数据进行多级非线性加权平均中值滤波计算；A4. 对滤波计算后的数据进行同态反变换；A5. 将同态反变换后的数据进行数字扫描变换后显示。本发明利用软件方法实现斑点噪声的去除，代替传统的硬件实现方式，节省了成本；去除斑点噪声的同时，使图像的边缘和细节得以很好的保存；保证了图像的实时跟踪性。



1、一种去除实时超声图像斑点噪声的方法，其特征在于，包括步骤：

A1、读入源图像像素数据；

A2、对所述源图像像素数据进行同态变换；

A3、对同态变换后的数据进行多级非线性加权平均中值滤波计算；

A4、对滤波计算后的数据进行同态反变换；

A5、将同态反变换后的数据进行数字扫描变换后显示。

2、根据权利要求 1 所述的去除实时超声图像斑点噪声的方法，其特征在于：所述步骤 A2 中的同态变换是对源图像中的每一点取以自然数 e 为底的对数。

3、根据权利要求 1 所述的去除实时超声图像斑点噪声的方法，其特征在于，所述步骤 A3 包括步骤：

定义中心在 (i, j) ，大小为 $(2K+1) \times (2K+1)$ 的滤波窗 W 的四个子集：

$$W_1(i, j) = \{X(i, j+k); -K \leq k \leq K\},$$

$$W_2(i, j) = \{X(i+k, j+k); -K \leq k \leq K\},$$

$$W_3(i, j) = \{X(i+k, j); -K \leq k \leq K\},$$

$$W_4(i, j) = \{X(i+k, j-k); -K \leq k \leq K\},$$

其中： K 取正整数， $i \geq K$ ， $j \geq K$ 。

4、根据权利要求 3 所述的去除实时超声图像斑点噪声的方法，其特征在于，所述步骤 A3 还包括步骤：

计算滤波窗 W 的四个子集的中值 $Z_s(i, j)$ ($s=1, 2, 3, 4$)，

$$Z_1(i, j) = \text{MEDIAN}(W_1(i, j)),$$

$$Z_2(i, j) = \text{MEDIAN}(W_2(i, j)),$$

$$Z_3(i, j) = \text{MEDIAN}(W_3(i, j)),$$

$$Z_4(i, j) = \text{MEDIAN}(W_4(i, j)),$$

其中： $i \geq 0, j \geq 0$ 。

5、根据权利要求 4 所述的去除实时超声图像斑点噪声的方法，其特征在于，所述步骤 A3 还包括步骤：

计算四个中值的平均值：

$$\bar{Z}(i, j) = \frac{1}{4}(Z_1(i, j) + Z_2(i, j) + Z_3(i, j) + Z_4(i, j)),$$

其中： $i \geq 0, j \geq 0$ 。

6、根据权利要求 5 所述的去除实时超声图像斑点噪声的方法，其特征在于，所述步骤 A3 包括步骤：

按照下列数学式进行多级非线性加权平均中值滤波计算：

$$Z(i, j) = \frac{1}{4} \left(\frac{Z_1(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_1(i, j) + \frac{Z_2(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_2(i, j) + \frac{Z_3(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_3(i, j) + \frac{Z_4(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_4(i, j) \right)$$

其中： $i \geq 0, j \geq 0$ 。

7、根据权利要求 1 至 6 任一所述的去除实时超声图像斑点噪声的方法，其特征在于，所述步骤 A4 中按照下列数学式进行同态反变换：

$$Y(i, j) = e^{Z(i, j)} - 1$$

其中： $Y(i, j)$ 为经过同态反变换的图像元素， $i \geq 0, j \geq 0$

一种去除实时超声图像斑点噪声的方法

技术领域

本发明涉及超声诊断技术领域，具体涉及一种去除实时超声图像斑点噪声的方法。

背景技术

在超声成像中，当人体组织的结构尺寸与入射超声波波长相近或小于波长时，超声束发生散射，相位不同的散射回波相互干涉产生斑点噪声，它降低了超声图像的质量，使对比度较低的软组织中的正常组织和肿瘤病变组织不易分别。

对斑点噪声的统计特性的研究表明，常见的斑点噪声服从 Rayleigh 分布，其均值与标准差成正比，这说明斑点噪声是乘性的。Jain 在 1989 年提出了一个乘性与加性噪声相组合的超声图像噪声模型：

$$y = x * n_m + n_a \quad (1)$$

式中 n_m 和 n_a 分别是乘性噪声和加性噪声， x 表示未被噪声污染的信号， y 表示被噪声污染后观察到的信号。

在超声医学图像中，加性噪声的作用相对于乘性噪声来说很小，因此在实际应用中，可以忽略加性噪声的影响，所以式 (1) 可以简化为：

$$y = x * n_m \quad (2)$$

目前，超声图像中斑点噪声的抑制方法有两类。第一类是复合方法。这类方法将某方式得到的一组同一目标的图像进行相干平均，以去除随机斑点噪声。具体方式包括在不同的时间、以不同的扫描频率或从不同

的空间位置对组织进行扫描。此方法较为成熟，但实现过程较为繁琐。

第二类方法是滤波方法。从现有文献看，目前许多去除斑点噪声的技术比较著名的包括应用在雷达数据处理中的Lee、Kuan和Frost滤波器。与此同时，不是由斑点统计模型推导的其他滤波器也已提出并应用到斑点噪声抑制中。诸如均值率波器、中值滤波器、几何滤波器、小波变换滤波器、形态率波器、维纳滤波，近几年还有很多利用前几种算法和别的算法的结合发展的新的斑点噪声去除方法。这些方法在抑制斑点噪声的同时不同程度地降低了图像的分辨率，并且很难保证图像的实时性。

目前的中低档B超中，大多利用FPGA采用帧相关处理方法来达到去除斑点噪声的目的。帧相关处理是最常见也是最古老的一种消除斑点的时间复合。帧相关处理一般是帧间的一阶递归滤波，可以表示为如下的形式：

$$y(n) = \alpha y(n-1) + (1-\alpha)x(n) \quad 0 < \alpha < 1 \quad (3)$$

式(2)中 $x(n)$ 表示当前帧某线某采样点的实测值， $y(n)$ 表示 $x(n)$ 的滤波值，而 $y(n-1)$ 表示前一帧同样位置采样点的滤波值，滤波器系数 α 一般是可选的。 α 越接近1，递归滤波器的带宽越窄，抑制斑点噪声的作用越大，但图象的实时跟踪性越差。滤波器系数 α 越接近1，递归滤波器的带宽越窄，抑制斑点噪声的作用越大。但是我们现有B超系统的帧相关处理算法中， α 一般取为0.5，再增大 α ，图像的实时跟踪性就变得很差，而且采样FPGA来进行去噪成本相对来说比较高。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种去除实时超声图像斑点噪声的方法，克服现有技术去除实时超声图像斑点噪声的方法，采用硬件实现，图像实时跟踪性差，去噪声成本高的缺陷。本发明去除实时超声图像斑点噪声的方法在PC上用软件实现，既保存图像细节，又保证图像的

实时处理速度。

本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案为：

一种去除实时超声图像斑点噪声的方法，包括步骤：

A1、读入源图像像素数据；

A2、对所述源图像像素数据进行同态变换；

A3、对同态变换后的数据进行多级非线性加权平均中值滤波计算；

A4、对滤波计算后的数据进行同态反变换；

A5、将同态反变换后的数据进行数字扫描变换后显示。

所述步骤 A2 中的同态变换是对源图像中的每一点取以自然数 e 为底的对数。

所述步骤 A3 包括步骤：

定义中心在 (i, j) ，大小为 $(2K+1) \times (2K+1)$ 的滤波窗 W 的四个子集：

$$W_1(i, j) = \{X(i, j+k); -K \leq k \leq K\},$$

$$W_2(i, j) = \{X(i+k, j+k); -K \leq k \leq K\},$$

$$W_3(i, j) = \{X(i+k, j); -K \leq k \leq K\},$$

$$W_4(i, j) = \{X(i+k, j-k); -K \leq k \leq K\},$$

其中： K 取正整数， $M-K-1 \geq i \geq K$ ， $N-K-1 \geq j \geq K$ 。

所述步骤 A3 还包括步骤：

计算滤波窗 W 的四个子集的中值 $Z_s(i, j)$ ($s=1, 2, 3, 4$)，

$$Z_1(i, j) = \text{MEDIAN}(W_1(i, j)),$$

$$Z_2(i, j) = \text{MEDIAN}(W_2(i, j)),$$

$$Z_3(i, j) = \text{MEDIAN}(W_3(i, j)),$$

$$Z_4(i, j) = \text{MEDIAN}(W_4(i, j)),$$

其中： $M-K-1 \geq i \geq K$ ， $N-K-1 \geq j \geq K$ 。

所述步骤 A3 还包括步骤:

计算四个中值的平均值:

$$\bar{Z}(i, j) = \frac{1}{4}(Z_1(i, j) + Z_2(i, j) + Z_3(i, j) + Z_4(i, j)),$$

其中: $M-K-1 \geq i \geq K$, $N-K-1 \geq j \geq K$ 。

所述步骤 A3 还包括步骤:

按照下列数学式进行多级非线性加权平均中值滤波计算:

$$Z(i, j) = \frac{1}{4} \left(\frac{Z_1(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_1(i, j) + \frac{Z_2(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_2(i, j) + \frac{Z_3(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_3(i, j) + \frac{Z_4(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_4(i, j) \right)$$

其中: $M-K-1 \geq i \geq K$, $N-K-1 \geq j \geq K$ 。

所述步骤 A4 中按照下列数学式进行同态反变换:

$$Y(i, j) = e^{Z(i, j)} - 1$$

其中: $Y(i, j)$ 为经过同态反变换的图像元素, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$, M, N 如图 2 所示。

本发明的有益效果为: 本发明利用软件方法实现斑点噪声的去除, 代替传统的硬件实现方式, 节省了成本; 去除斑点噪声的同时, 使图像的边缘和细节得以很好的保存; 保证了图像的实时跟踪性。

附图说明

图 1 为本发明滤波窗及其子集示意图;

图 2 为本发明具体实施过程示意图。

具体实施方式

下面根据附图和实施例对本发明作进一步详细说明:

本发明基于 Rayleigh 噪声模型, 由于斑点噪声服从负指数统计规律, 因此其为乘性噪声, 表达式为:

$$Y=X*n \quad (4)$$

这里 X 表示未被噪声污染的信号, Y 表示观测到的已被噪声污染的信号, n 表示零均值方差为 1 的高斯白噪声。本发明方法主要分为以下几个步骤:

同态变换

即把图像中的每一点取以自然数 e 为底的对数。对于乘性噪声的同态变换为:

$$G(Y)=\ln(Y+1) \quad (5)$$

经过同态变换后, 原来的乘性噪声变成了加性噪声, 降低了处理的复杂性。

多级非线性加权平均中值滤波计算

设 $X(\cdot, \cdot)$ 表示图像元素序列, W 表示中心在 (i, j), 大小为 $(2K+1) \times (2K+1)$ 的正方形滤波窗。那么滤波窗 W 的四个子集可定义为:

$$W_1(i, j) = \{X(i, j+k); -K \leq k \leq K\} \quad (7-a)$$

$$W_2(i, j) = \{X(i+k, j+k); -K \leq k \leq K\} \quad (7-b)$$

$$W_3(i, j) = \{X(i+k, j); -K \leq k \leq K\} \quad (7-c)$$

$$W_4(i, j) = \{X(i+k, j-k); -K \leq k \leq K\} \quad (7-d)$$

如图 1 所示, $W_1(i, j)$ 、 $W_2(i, j)$ 、 $W_3(i, j)$ 、 $W_4(i, j)$ 分别表示以 (i, j) 为中心, 滤波窗在水平方向、右对角线方向、垂直方向、左对角线方向所覆盖的图像元素所组成的序列。

假定 $Z_s(i, j)$ ($s=1, 2, 3, 4$) 是四个子集元素的中值, 即,

$$Z_1(i, j) = \text{MEDIAN}(W_1(i, j)) \quad (8-a)$$

$$Z_2(i, j) = \text{MEDIAN}(W_2(i, j)) \quad (8-b)$$

$$Z_3(i, j) = \text{MEDIAN}(W_3(i, j)) \quad (8-c)$$

$$Z_4(i, j) = \text{MEDIAN}(W_4(i, j)) \quad (8-d)$$

然后求四个中值的平均值

$$\bar{Z}(i, j) = \frac{1}{4}(Z_1(i, j) + Z_2(i, j) + Z_3(i, j) + Z_4(i, j)) \quad (9)$$

多级非线性加权平均中值滤波的输出为:

$$Z(i, j) = \frac{1}{4} \left(\frac{Z_1(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_1(i, j) + \frac{Z_2(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_2(i, j) + \frac{Z_3(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_3(i, j) + \frac{Z_4(i, j)}{\bar{Z}(i, j)} * Z_4(i, j) \right)$$

(10)

通过对上述四个子集图像元素的中值进行加权平均, 给与其中较大的值以较大的权重, 以期弥补图像灰度均值降低和噪声抑制能力弱的缺陷, 较好的恢复噪声图像。

其中 $K \geq 1$, MEDIAN 表示求图像元素序列的中值。

同态反变换

最后图像的输出由 (6) 式计算得出:

$$Y(i, j) = e^{Z(i, j)} - 1 \quad (11)$$

如图 2 所示, 中 $X[i][j]$, $\text{Data}[i][j]$, $G[i][j]$, $Z(i, j)$, $Y(i, j)$ 都对应图像中的同一个点, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$ 。

过程①表示把源图像 $X[M][N]$ 中的每一个元素 $X[i][j]$ 存入数组 $\text{Data}[i][j]$ 中, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$;

过程②表示把数组 $\text{Data}[M][N]$ 中的每一个元素 $\text{Data}[i][j]$ 取以自然数 e 为底的对数, 计算后的值存入数组 $G[i][j]$, 即 $G[i][j] = \ln(\text{Data}[i][j])$, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$;

过程③表示把数组 $G[M][N]$ 中的每一个元素 $G[i][j]$ 经过多级非线性加权平均中值滤波计算后的值存入数组 $Z[i][j]$, $Z[i][j]$ 的值由式 (10) 计算得出, 其中, $i = K+1, K+2, \dots, M-1-K$, $j = K+1, K+2, \dots, M-1-K$, 即我们对边缘的点不做处理;

过程④表示把数组 $Z[M][N]$ 中的每一个元素 $Z[i][j]$ 经过同态反变换的值

存入数组 $Y[i][j]$ 中, 即 $Y[i][j] = e^{Z[i][j]} - 1$, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$;

过程⑤表示把数组 $Y[M][N]$ 中的值经过数字扫描变换后显示。

本发明的具体实施步骤:

读入源图像 X , 假设图像横向有 N 个采样点, 纵向有 M 个采样点。

在内存中申请四个大小为 $M \times N$ 的数组 $Data[M][N]$ 、 $G[M][N]$ 、 $Z[M][N]$ 、 $Y[M][N]$ 分别用来存放源图像数据、同态变换后图像数据、多级非线性加权平均中值滤波后图像数据、同态反变换后图像数据。

把源图像中处于第 i 行第 j 列的点存入 $Data$ 的第 i 行第 j 列, 即 $Data[i][j] = X[i][j]$, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$ 。

同态变换: 把数组 $Data[M][N]$ 中的所有元素取以自然数为底的对数, 所得结果存入数组 $G[M][N]$ 中, 即 $G[i][j] = \ln(Data[i][j] + 1)$, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$ 。

多级非线性加权平均中值滤波: 以 $G[M][N]$ 中的每一个元素 $G[i][j]$ 为中心, 把其大小为 $(2K+1) \times (2K+1)$ 的正方形邻域内的元素分别按水平方向、垂直方向、右对角线方向、左对角线方向分为四组, 分别用 $W_1(i, j)$ 、 $W_2(i, j)$ 、 $W_3(i, j)$ 、 $W_4(i, j)$ 表示, 如图 1 所示; 然后分别求序列 $W_1(i, j)$ 、 $W_2(i, j)$ 、 $W_3(i, j)$ 、 $W_4(i, j)$ 的中值, 分别用 $Z_1(i, j)$ 、 $Z_2(i, j)$ 、 $Z_3(i, j)$ 、 $Z_4(i, j)$ 表示; 再计算四个中值的平均值 $\bar{Z}(i, j)$, 最后由式 (10), 计算多级非线性加权平均中值滤波的输出, 把输出值存入到 $Z[i][j]$ 中, 其中, $i = K+1, K+2, \dots, M-1-K$, $j = K+1, K+2, \dots, M-1-K$, 即我们对边缘的点不做处理。

同态反变换: 由式 (11) 把以 $Z[M][N]$ 中的每一个元素 $Z[i][j]$ 为指数, 以自然数 e 为底数计算所得的值存入数组 $Y[i][j]$ 中, 其中, $i = 0, 1, \dots, M-1$, $j = 0, 1, \dots, N-1$ 。

把 $Y[M][N]$ 中的数据进行数字扫描变换后显示。

本领域技术人员不脱离本发明的实质和精神，可以有多种变形方案实现本发明，以上所述仅为本发明较佳可行的实施例而已，并非因此局限本发明的权利范围，凡运用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变化，均包含于本发明的权利范围之内。

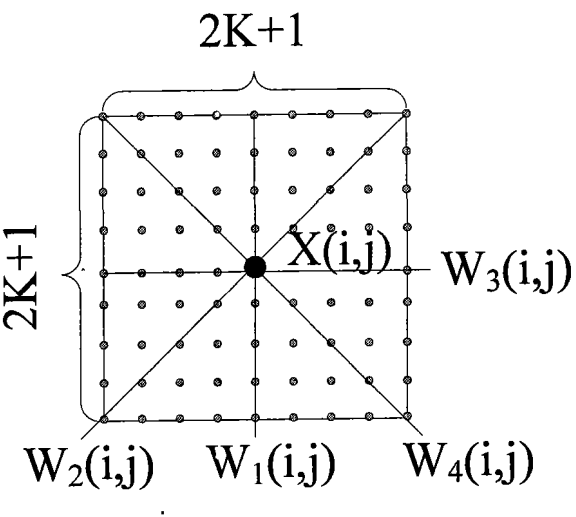


图1

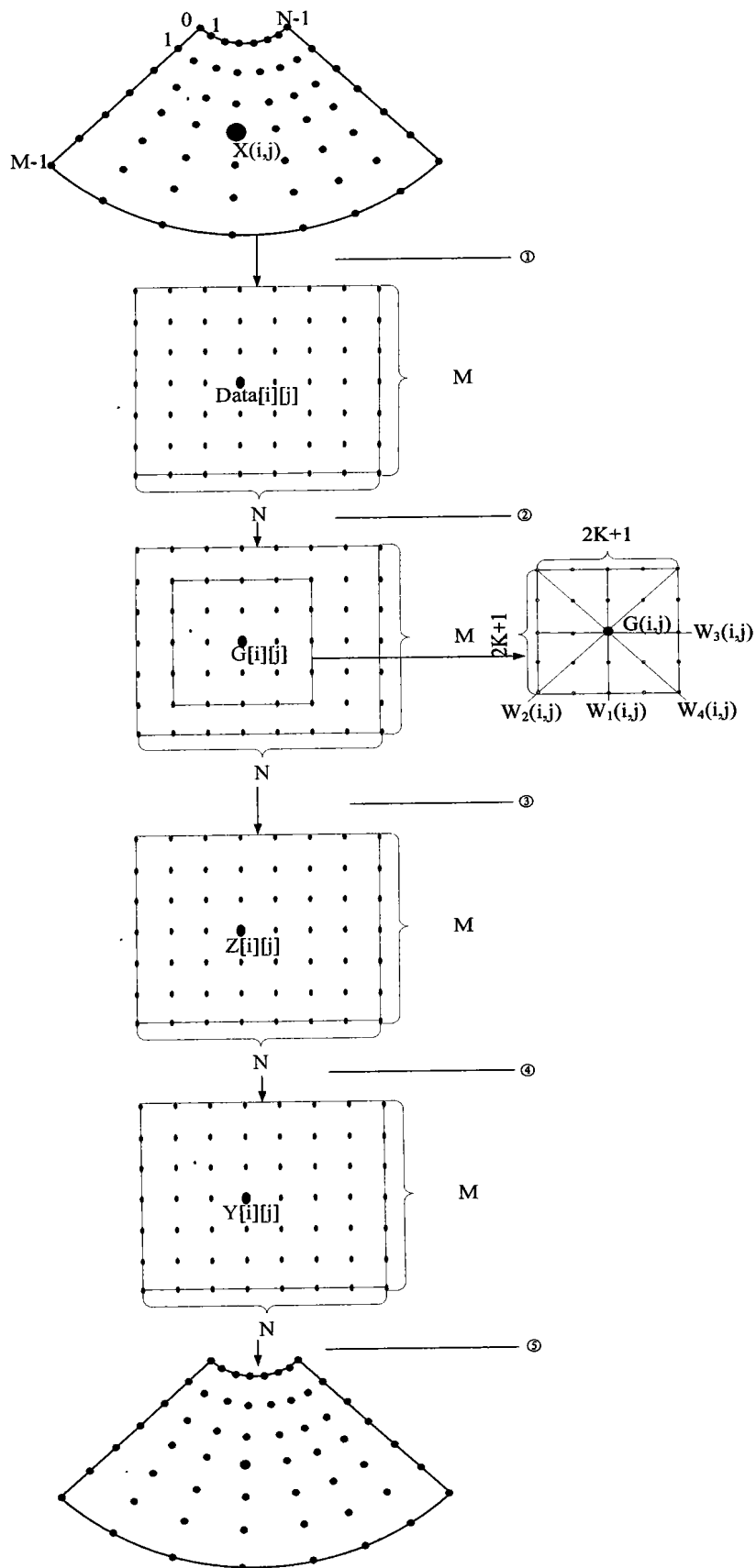


图2

专利名称(译)	一种去除实时超声图像斑点噪声的方法		
公开(公告)号	CN101396279A	公开(公告)日	2009-04-01
申请号	CN200710123680.6	申请日	2007-09-29
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
[标]发明人	刘明宇 齐丽芸		
发明人	刘明宇 齐丽芸		
IPC分类号	A61B8/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种去除实时超声图像斑点噪声的方法，包括步骤：A1.读入源图像像素数据；A2.对所述源图像像素数据进行同态变换；A3.对同态变换后的数据进行多级非线性加权平均中值滤波计算；A4.对滤波计算后的数据进行同态反变换；A5.将同态反变换后的数据进行数字扫描变换后显示。本发明利用软件方法实现斑点噪声的去除，代替传统的硬件实现方式，节省了成本；去除斑点噪声的同时，使图像的边缘和细节得以很好的保存；保证了图像的实时跟踪性。

$$\hat{Z}(i,j) = \frac{1}{4} (Z_1(i,j) + Z_2(i,j) + Z_3(i,j) + Z_4(i,j)),$$