



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102670251 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201210169954. 6

(22) 申请日 2012. 05. 29

(73) 专利权人 飞依诺科技(苏州)有限公司
地址 215123 江苏省苏州市工业园区星湖街
218 号 C8 座 5 楼

(72) 发明人 凌涛

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

代理人 孙仿卫 赵艳

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2008225657 A, 2008. 09. 25, 全文.

US 20090207201 A1, 2009. 08. 20, 全文.

杨吉宏 等. 灰度图像加权有向平滑滤波算法. 《计算机工程与设计》. 2010, 第 31 卷 (第 1 期), 第 153-156 页.

杨吉宏 等. 灰度图像加权有向平滑滤波算法. 《计算机工程与设计》. 2010, 第 31 卷 (第 1

期), 第 153-156 页.

邓秀勤 等. 一种有效的自适应加权中值滤波算法. 《计算机工程与应用》. 2009, 第 35 卷 (第 45 期), 第 185-187 页.

审查员 张玲玲

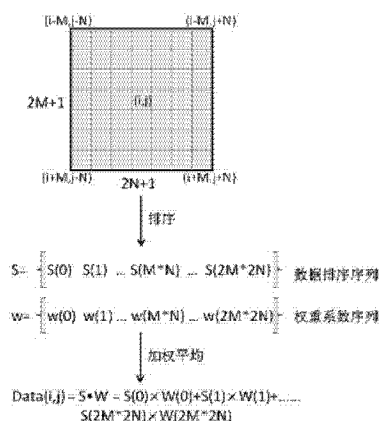
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法

(57) 摘要

本发明公开了基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法, 其中在对像素点及其邻域各点的像素值进行排序后, 对排序后的中值取最高的权重系数, 靠近中值的像素值取较高的权重系数, 远离中值的像素值取较小的权重系数, 然后计算加权平均以作为该像素点的值。本发明在数值排序的基础上进行加权平均, 能有效的结合中值滤波和空间平滑滤波的优点, 又不至于使图像过度平滑。



1. 基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 取超声图像中的一像素点作为当前点;

(2) 取以该当前点为中心点的邻域窗;

(3) 对所述邻域窗中的所有像素点按像素值大小进行排序;

(4) 对排序后的中值取最高的权重系数,靠近该中值的像素值取较高的权重系数,远离该中值的像素值取较小的权重系数,并保证排序后的所有像素值的权重系数之和 =1;

(5) 对排序后的每个像素值乘以相应的权重系数后累加,用累加得到的值替换所述当前点的像素值;

(6) 取所述超声图像中的下一像素点作为当前点,依次进行步骤(2)(3)(4)(5)的处理,直到处理完所述超声图像中的所有像素点,最后输出处理后的图像。

2. 根据权利要求1所述的基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,其特征在于:步骤(4)中,在取权重系数时,首先确定好排序后的中值的初始权重系数,排序后其余像素值的初始权重系数则根据该中值的初始权重系数以及相应像素值离中值的距离进行计算,并随着该相应像素值离中值的距离增加而递减,最后将排序后的每个像素值的初始权重系数均除以排序后所有像素值的初始权重系数之和,即得到步骤(4)中各像素值的权重系数。

3. 根据权利要求2所述的基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,其特征在于:设定排序后的中值的初始权重系数为F,排序后其余某一像素值的初始权重系数为Fv,排序后该像素值离中值的距离为d,则 $Fv = F/2^d$ 。

4. 根据权利要求1所述的基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,其特征在于:步骤(4)中,在取权重系数时,首先确定好排序后的中值的初始权重系数,排序后其余像素值的初始权重系数则根据该中值的初始权重系数以及相应像素值与中值的差异大小或差异率进行计算,并随着该相应像素值与中值的差异大小或差异率的增加而递减,最后将排序后的每个像素值的初始权重系数均除以排序后所有像素值的初始权重系数之和,即得到步骤(4)中各像素值的权重系数。

5. 根据权利要求4所述的基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,其特征在于:设定排序后的中值为 V_{med} , 该中值 V_{med} 的初始权重系数为F,排序后其余某一像素值为V,该像素值V的初始权重系数为Fv,排序后该像素值V与中值 V_{med} 的差异大小为 $D = |V - V_{med}|$, 差异率为 $Dr = |V - V_{med}|/V_{med}$, 则 $Fv = F/(1+D)$ 或 $Fv = F/(1+Dr)$ 。

基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法

技术领域

[0001] 本发明属于超声诊断成像领域,涉及超声图像处理方法,具体涉及基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法。

背景技术

[0002] 超声成像因为其无创性、实时性、操作方便、价格便宜等诸多优势,已经成为临床上应用最为广泛的诊断工具之一。超声成像最主要的两种功能模式分别是黑白(B)模式和彩色(CF)模式,B模式是根据组织不同深度的反射信号强度进行成像,反射信号强度越大则图像灰度值越大,反之则图像灰度值越小;CF模式则是计算由于多普勒效应引起的超声信号频移,通过频移得到血流速度并用不同的颜色(如红、蓝)和深浅表示,从而得到实时的彩色血流图像,通常该彩色血流图像附加在B模式图像上一起显示。

[0003] 由于超声图像中噪声信号的存在会影响诊断结果,因此对超声信号和图像进行处理时通常采用一些滤波方法抑制噪声,从而改善图像质量。中值滤波和空间平滑滤波是两种经典的滤波方法,常用于超声信号和图像处理的去噪过程,如对B模式下的图像灰度值、CF模式下的血流能量值进行滤波处理。中值滤波是基于排序统计理论的一种能有效抑制噪声的非线性信号处理技术,其基本原理是对数字图像或数字信号中一点(当前点)及其邻域中各点的数值进行排序,然后用排序后的中值代替当前点的数值,从而消除孤立的噪声点,中值滤波对脉冲噪声和椒盐噪声具有良好的去噪效果,同时能较好的保护边缘信息;空间平滑滤波则是一种线性滤波器,其基本原理是对数字图像或数字信号中一点(当前点)及其邻域中各点的数值以及对应的权重系数求加权平均,然后用加权平均值代替当前点的数值,从而达到滤除噪声的目的,空间平滑滤波对高斯噪声具有良好的去噪效果。

[0004] 专利 CN 101472055 “中值滤波装置和方法以及采用这种装置的超声成像系统”公开了一种中值滤波的方法,其基本原理与传统中值滤波没有区别,都是用滤波区域(窗)中所有像素点的中值作为该区域中心像素点的值,只是其在实现方式上有所改进,可提供区域任意可选(不同大小、不同形状)的中值滤波。专利 CN101396278 “一种去除实时超声图像斑点噪声的方法”公开了一种滤除超声图像斑点噪声的方法,该方法首先设置滤波区域(窗)中心点的权重系数,然后根据该滤波区域的均值、绝对差值和的均值以及任意一点与中心点的距离计算该点的权重系数,再根据每个点的权重系数对其数据进行扩展(如权重系数为N则将该点的数值扩展为N个),最终对扩展后的数据序列求中值,从而达到滤除斑点噪声的目的,该方法中计算得到的各点的权重系数并不是用于乘以各点的值进行加权平均,而是根据权重系数对各点的数据进行扩展从而形成新的数据序列,最终基于该新的数据序列的中值滤波本质上与传统中值滤波并没有差异。

[0005] 美国专利 US005860930A “Energy weighted parameter spatial/temporal filter”公开了一种用于彩色血流成像的空间滤波方法,该方法与传统空间平滑滤波方法没有本质上的区别,只是每个点的权重系数是根据该点的能量来确定的。美国专利 US006135962A “Method and apparatus for adaptive filtering by counting acoustic

sample zeroes in ultrasound imaging”公开了一种空间滤波方法,通过对某一点及其邻域各点的 0 值(预先设置一个接近于 0 的阈值,小于该阈值的值定义为 0 值)进行计数,当计数大于预先设置的计数阈值时,则该点无需平滑滤波处理;当计数小于预先设置的计数阈值时,则对该点进行平滑滤波处理。该方法的优点是仅处理非 0 值区域(如 B 模式下的组织区域和 CF 模式下的血流区域),减小计算量,还能较好的保护血管边界。除此之外,其采用的空间平滑滤波方法本质上与传统方法无异,都是根据各点和中心点的位置来确定权重系数,通常是中心点取最高的权重系数,离中心点较近的点取较高的权重系数,离中心点较远的点取较低的权重系数,因此该点本身的值对滤波后的值贡献最大,空间位置上靠近该点的值其次,空间位置上远离该点的值贡献最小。

[0006] 从上述可知,现有的超声图像中值滤波和空间平滑滤波方法,要么是采用单一的中值滤波,要么是采用单一的空间平滑滤波,还没有一种滤波方法能够将中值滤波和空间平滑滤波相结合,同时获得中值滤波和空间平滑滤波的优点。另外,如果采取两步滤波的方法,即先进行中值滤波再进行空间平滑滤波或先进行空间平滑滤波再进行中值滤波,则会因为平滑过度而降低图像的分辨率,造成图像模糊。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,该方法将中值滤波方法和空间平滑滤波方法相结合,同时获得了中值滤波和空间平滑滤波的优点,又不至于使图像过度平滑。

[0008] 为达到上述目的,本发明采用了以下技术方案:基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,包括以下步骤:

[0009] (1) 取超声图像中的一像素点作为当前点;

[0010] (2) 取以该当前点为中心点的邻域窗;

[0011] (3) 对所述邻域窗中的所有像素点按像素值大小进行排序;

[0012] (4) 对排序后的中值取最高的权重系数,靠近该中值的像素值取较高的权重系数,远离该中值的像素值取较小的权重系数,并保证排序后的所有像素值的权重系数之和 =1;

[0013] (5) 对排序后的每个像素值乘以相应的权重系数后累加,用累加得到的值替换所述当前点的像素值;

[0014] (6) 取所述超声图像中的下一像素点作为当前点,依次进行步骤(2)(3)(4)(5)的处理,直到处理完所述超声图像中的所有像素点,最后输出处理后的图像。

[0015] 一种具体实施的方式,步骤(4)中,在取权重系数时,首先确定好排序后的中值的初始权重系数,排序后其余像素值的初始权重系数则根据该中值的初始权重系数以及相应像素值离中值的距离进行计算,并随着该相应像素值离中值的距离递减,最后将排序后的每个像素值的初始权重系数均除以排序后所有像素值的初始权重系数之和,即得到步骤(4)中各像素值的权重系数。

[0016] 具体实施的例子,设定排序后的中值的初始权重系数为 F ,排序后其余某一像素值的初始权重系数为 F_v ,排序后该像素值离中值的距离为 d ,则 $F_v = F/2^d$ 。

[0017] 另外一种具体实施的方式,步骤(4)中,在取权重系数时,首先确定好排序后的中值的初始权重系数,排序后其余像素值的初始权重系数则根据该中值的初始权重系数以及

相应像素值与中值的差异大小或差异率进行计算,并随着该相应像素值与中值的差异大小或差异率递减,最后将排序后的每个像素值的初始权重系数均除以排序后所有像素值的初始权重系数之和,即得到步骤(4)中各像素值的权重系数。

[0018] 具体实施的例子,设定排序后的中值为 V_{med} ,该中值 V_{med} 的初始权重系数为 F ,排序后其余某一像素值为 V ,该像素值 V 的初始权重系数为 F_v ,排序后该像素值 V 与中值 V_{med} 的差异大小为 $D = |V - V_{med}|$,差异率为 $Dr = |V - V_{med}| / V_{med}$,则 $F_v = F / (1 + D)$ 或 $F_v = F / (1 + Dr)$ 。

[0019] 由于上述技术方案的运用,本发明与现有技术相比具有下列优点:本发明的方法中,在对像素点及其邻域各点的像素值进行排序后,对排序后的中值取最高的权重系数,靠近中值的像素值取较高的权重系数,远离中值的像素值取较小的权重系数,然后计算加权平均作为该像素点的值。本发明在数值排序的基础上进行加权平均,能有效的结合中值滤波和空间平滑滤波的优点,又不至于使图像过度平滑。当排序后的中值对应的权重系数远远大于其他权重系数时,本发明的滤波方法的效果接近于中值滤波;当排序后的中值与其他值对应的权重系数相同时,该滤波方法的效果等同于权重系数相同的空间平滑滤波;当排序后的中值对应的权重系数介于两者之间时,该滤波方法将同时具有中值滤波和空间平滑滤波的效果和优点,而且还可以根据实际需要进行调节。

附图说明

[0020] 附图1为本发明的示意图;

[0021] 附图2为本发明第一种具体实施例的示意图,并与现有的中值滤波、空间平滑滤波作了比较;

[0022] 附图3为本发明第二种具体实施例的示意图,并与现有的中值滤波、空间平滑滤波作了比较;

[0023] 附图4为本发明第三种具体实施例的示意图,并与现有的中值滤波、空间平滑滤波作了比较;

[0024] 附图5为本发明中根据像素值离中值的距离来计算权重系数的一种具体实施方式示意图;

[0025] 附图6为本发明中根据像素值与中值的差异大小或差异率来计算权重系数的一个函数曲线图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图来进一步阐述本发明。

[0027] 本发明提供了一种基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法,该方法首先对图像中的一像素点及其邻域各点的数据按照数值大小进行排序,然后对经过排序的数据设置不同的权重系数计算加权平均,得到的结果作为该像素点的数值。具体来说,本发明的方法包括以下步骤:

[0028] (1) 取超声图像中的一像素点作为当前点,如图1的像素点 (i, j) ;

[0029] (2) 取以该当前点为中心点的邻域窗,如图1中以像素点 (i, j) 为中心点的邻域窗 $(2M+1) \times (2N+1)$;

[0030] (3) 对邻域窗中的所有像素点按像素值大小进行排序,这样会得到一个数据序列,

在图 1 中,该数据序列以向量 S 表示;

[0031] (4) 对排序后的中值取最高的权重系数,靠近该中值的像素值取较高的权重系数,远离该中值的像素值取较小的权重系数,并保证排序后的所有像素值的权重系数之和=1,这样会得到一个权重系数序列,在图 1 中,该权重系数序列以向量 W 表示;

[0032] (5) 对排序后的每个像素值乘以相应的权重系数后累加,用累加得到的值替换当前点的像素值,如图 1 中对排序后的数据设置不同的权重系数计算加权平均得到 $Data(i, j) = S \cdot W$,其中 $\cdot$ 表示向量的点积,该 $Data(i, j)$ 即作为像素点 (i, j) 的值;

[0033] (6) 取超声图像中的下一像素点作为当前点,依次进行步骤(2)(3)(4)(5)的处理,直到处理完超声图像中的所有像素点,最后输出处理后的图像,噪声得到抑制,图像质量得到改善。

[0034] 本发明提供的空间滤波方法中,在对一像素点及其邻域各点的数值进行排序后,基于中值滤波将中值作为该像素点值的原理,本发明则对排序后的中值数据取最高的权重系数,靠近中值的数据取较高的权重系数,远离中值的数据取较小的权重系数,计算加权平均以作为该像素点的值,此时中值数据对该像素点值的贡献最大,靠近中值的数据其次,远离中值的数据贡献最小。

[0035] 在图 1 中,对一个 $(2M+1) \times (2N+1)$ 的滤波区域(窗),首先对该区域内所有像素点的数值进行排序,得到一个数据序列 S,再对排序后的数据序列 S 中的每一个值设置相应的权重系数,形成权重系数序列 W,然后计算加权平均作为该区域中心点 (i, j) 的数值 $Data(i, j)$,

$$[0036] \quad Data(i, j) = S \cdot W = \sum_{k=0}^{2M \times 2N} S(k) \times W(k)$$

[0037] 图 2、3、4 均为将本发明与现有的中值滤波、空间平滑滤波进行比较的具体实施例。

[0038] 如图 2 所示,针对一个 1×3 的滤波区域(窗),其中心点的值为 2,两个相邻点的值都为 1,则中值滤波的结果为 1;如果空间平滑滤波的权重系数分别是 0.25、0.5、0.25,则传统空间平滑滤波的结果为 1.5;如果本发明中基于数值排序的权重系数也分别是 0.25、0.5、0.25,则本发明提供的基于数值排序加权平均的空间滤波结果为 1.25。

[0039] 如图 3 所示,针对一个 5 点“十字星”形的滤波区域(窗),其中心点的值为 2,四邻域各点的值分别为 1、3、4、5,则中值滤波的结果为 3;如果空间平滑滤波的权重系数分别是 $2/6$ 、 $1/6$ 、 $1/6$ 、 $1/6$ 、 $1/6$,则传统空间平滑滤波的结果为 2.833;如果基于数值排序的权重系数分别是 $1/10$ 、 $2/10$ 、 $4/10$ 、 $2/10$ 、 $1/10$,则本发明提供的基于数值排序加权平均的空间滤波结果为 3。

[0040] 如图 4 所示,针对一个 3×3 的滤波区域(窗),其中心点的值为 2,八邻域各点的值分别为 1、1、2、2、3、3、4、4,则中值滤波的结果为 2;如果空间平滑滤波的权重系数分别是 $1/16$ 、 $1/16$ 、 $2/16$ 、 $2/16$ 、 $4/16$ 、 $2/16$ 、 $2/16$ 、 $1/16$ 、 $1/16$,则传统空间平滑滤波的结果为 2.5;如果基于数值排序的权重系数也分别是 $1/16$ 、 $1/16$ 、 $2/16$ 、 $2/16$ 、 $4/16$ 、 $2/16$ 、 $2/16$ 、 $1/16$ 、 $1/16$,则本发明提供的基于数值排序加权平均的空间滤波结果为 2.375。

[0041] 根据本发明提供的基于数值排序加权平均的空间滤波方法来确定各值对应的权重系数时,首先确定排序后中值对应的初始权重系数,然后根据中值的初始权重系数来计

算其他各值对应的初始权重系数,主要有以下几种方法:一种是按照排序后其他各值离中值的距离来计算,另一种是按照排序后其他各值与中值的差异大小或差异率来计算,或者采取两种方法相结合的方式,最后对计算得到的初始权重系数进行归一化即可得到最终用于加权平均的权重系数。

[0042] 按照排序后各值离中值的距离来计算权重系数时,首先确定中值对应的初始权重系数 F ,再根据其他各值离中值的距离 d 来计算相应的初始权重系数 F_v ,距离 d 越大,初始权重系数 F_v 越小,距离 d 越小,初始权重系数 F_v 越大,该方法可表示如下:

$$[0043] \quad F_v = f(F, d)$$

[0044] 其中 d 为排序后某值离中值的距离, F_v 为该值对应的初始权重系数, f 表示通过 F 和 d 来计算 F_v 的函数关系式,该函数关系式相对于 d 单调递减。一个较优的函数关系式为:

$$[0045] \quad F_v = F/2^d$$

[0046] 图 5 所示为利用上述函数关系式计算权重系数的示例,需要注意的是,该函数关系式仅为利用该方法计算权重系数的一个较优的实现方案,绝不仅限于此。最后对计算得到的所有初始权重系数进行归一化,归一化的方法如下:

$$[0047] \quad W(k) = \frac{W(k)}{\sum W(k)}$$

[0048] 其中,“=”右边的 $W(k)$ 表示排序后第 k 个数值对应的初始权重系数, $\sum W(k)$ 表示对所有初始权重系数求和,也即图 5 中的 $\text{Sum}(W)$,“=”左边的 $W(k)$ 表示排序后第 k 个数值对应的最终用于加权平均的权重系数。

[0049] 按照排序后各值与中值的差异大小或差异率来计算权重系数时,首先确定中值对应的初始权重系数 F ,然后计算其他各值与中值的差异大小 D 或差异率 Dr ,其他各值对应的初始权重系数 F_v 与该差异大小 D 或差异率 Dr 成反比,即差异 D 或差异率 Dr 越大,其初始权重系数 F_v 越小,差异 D 或差异率 Dr 越小,其初始权重系数 F_v 越大(不超过中值的权重系数)。该方法可表示如下:

$$[0050] \quad D = |V - V_{\text{med}}|$$

$$[0051] \quad Dr = |V - V_{\text{med}}| / V_{\text{med}}$$

$$[0052] \quad F_v = f(F, D) \text{ 或 } F_v = f(F, Dr)$$

[0053] 其中 V_{med} 表示排序后数据序列的中值, V 表示数据序列中的其他一个值, D 表示该值与中值的差异大小, Dr 表示该值与中值的差异率, F_v 为该值对应的初始权重系数, f 表示通过 F 和 D 或 F 和 Dr 来计算 F_v 的函数关系式,该函数关系式相对于 D 或 Dr 单调递减,且值域范围是 $[0, F]$ 。一个较优的函数关系式为:

$$[0054] \quad F_v = F/(1+D) \text{ 或 } F_v = F/(1+Dr)$$

[0055] 其曲线图如图 6 所示。需要注意的是,该函数关系式仅为计算权重系数的一个较优的实现方案,绝不仅限于此。对计算得到的所有初始权重系数进行归一化即可得到最终的权重系数,归一化方法如上所述。

[0056] 本发明所揭示的基于数值排序加权平均的空间滤波方法是在数值排序的基础上进行加权平均,能有效的结合中值滤波和空间平滑滤波的优点,又不至于使图像过度平滑。当排序后的中值对应的权重系数远远大于其他权重系数时,本发明的滤波方法的效果接近

于中值滤波 ;当排序后的中值与其他值对应的权重系数相同时,该滤波方法的效果等同于权重系数相同的空间平滑滤波 ;当排序后的中值对应的权重系数介于两者之间时,该滤波方法将同时具有中值滤波和空间平滑滤波的效果和优点,而且还可以根据实际需要进行调节。

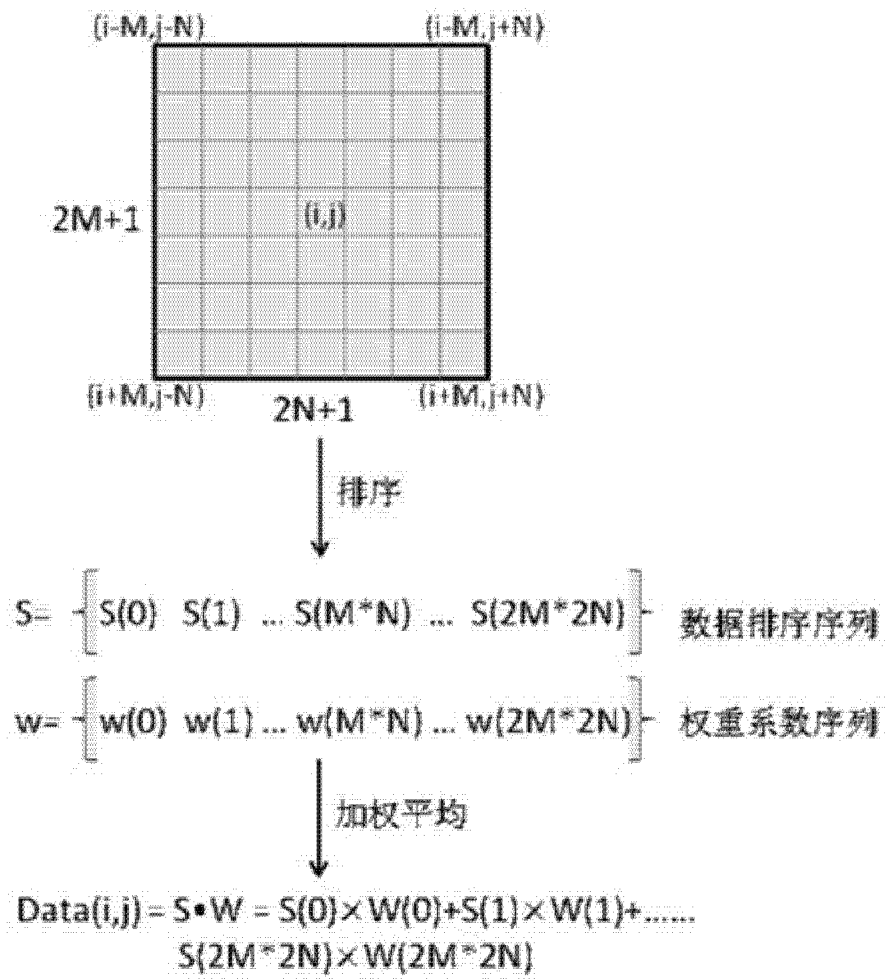


图 1

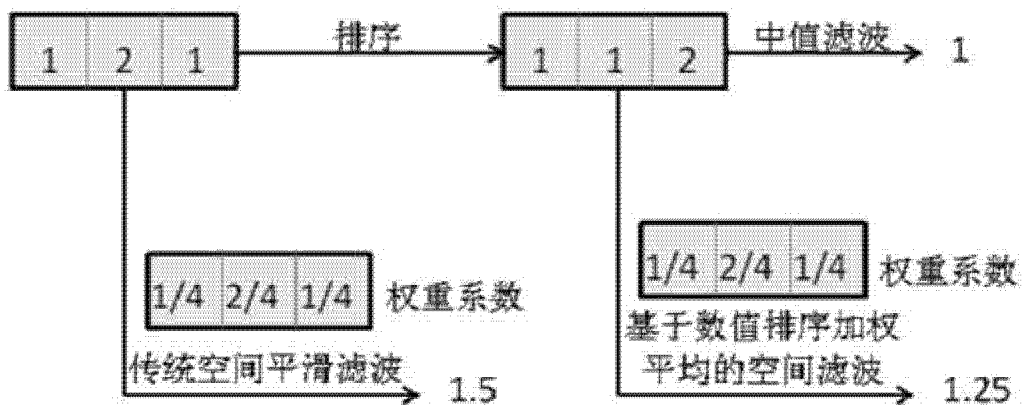


图 2

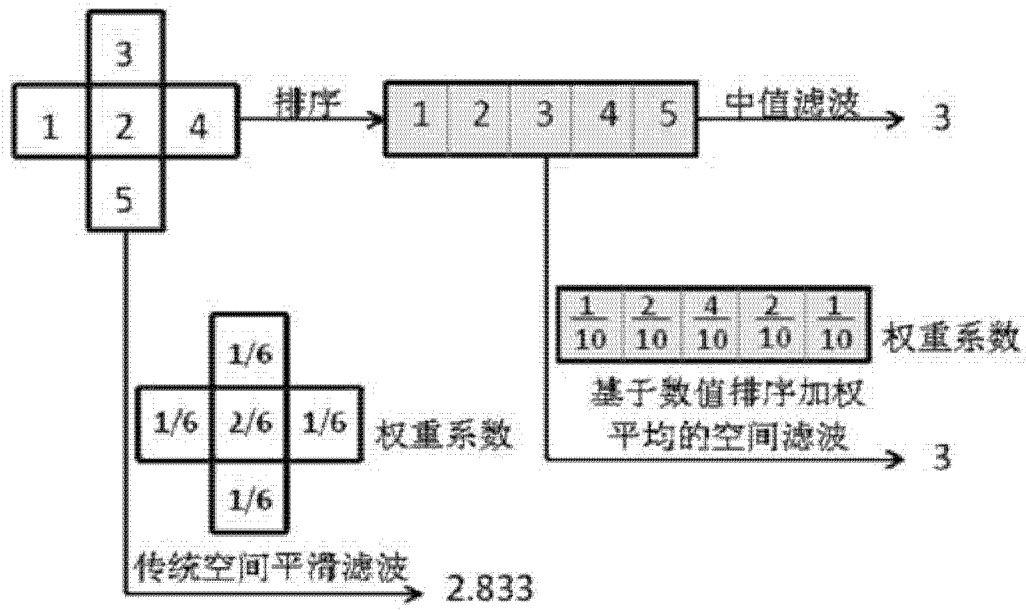


图 3

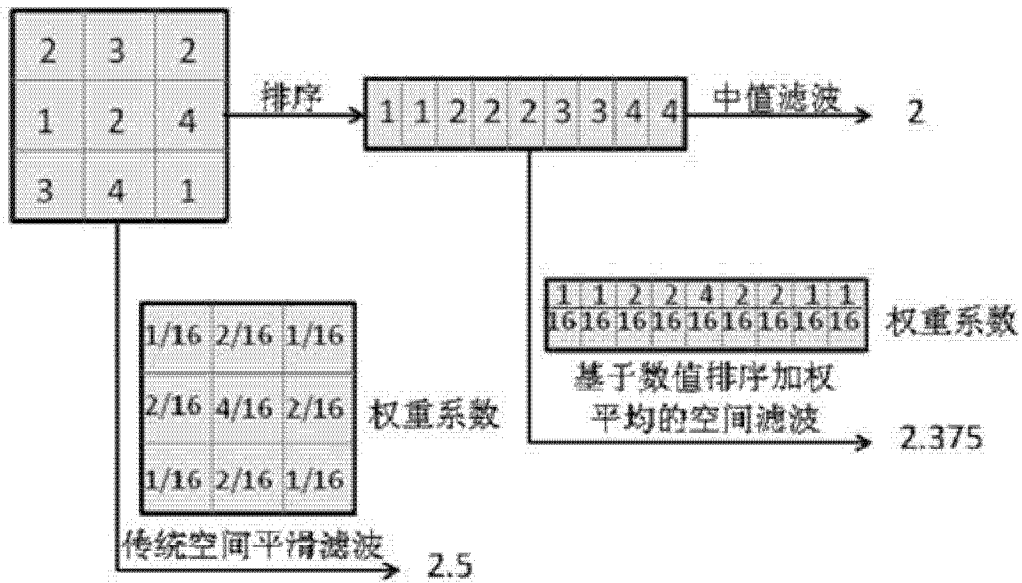


图 4

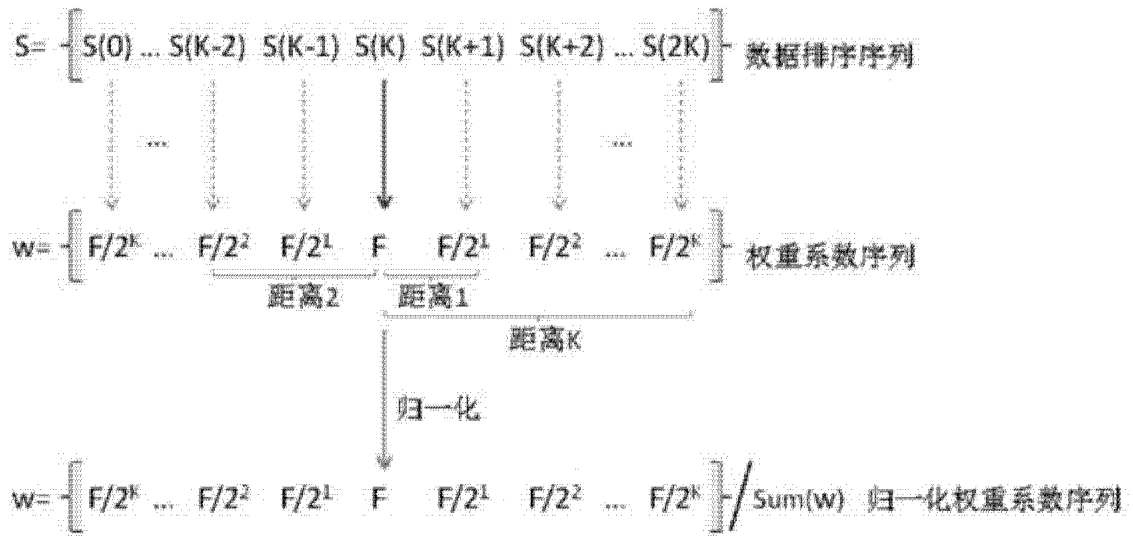


图 5

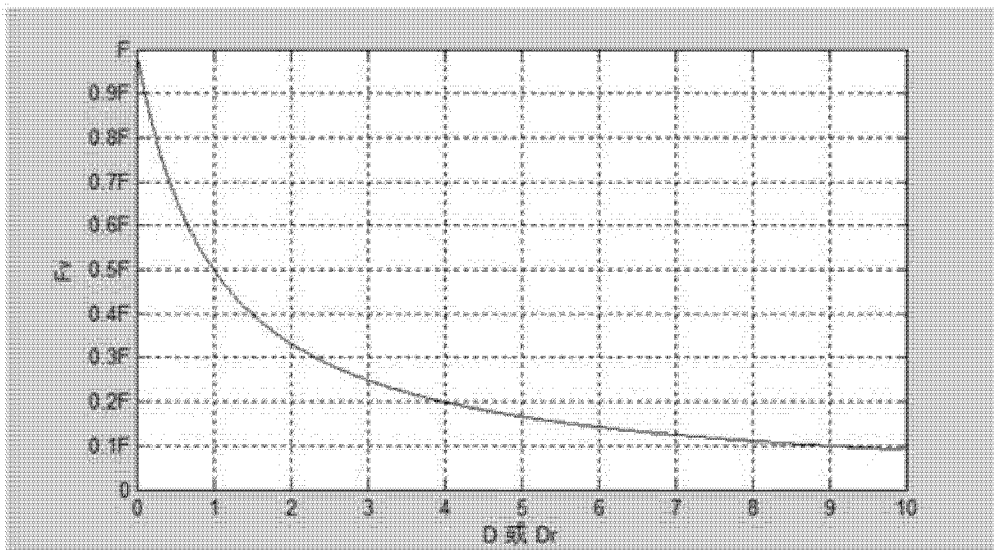


图 6

专利名称(译)	基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法		
公开(公告)号	CN102670251B	公开(公告)日	2014-04-02
申请号	CN201210169954.6	申请日	2012-05-29
[标]申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
[标]发明人	凌涛		
发明人	凌涛		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	赵艳		
审查员(译)	张玲玲		
其他公开文献	CN102670251A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了基于数值排序加权平均的超声图像空间滤波方法，其中在对像素点及其邻域各点的像素值进行排序后，对排序后的中值取最高的权重系数，靠近中值的像素值取较高的权重系数，远离中值的像素值取较小的权重系数，然后计算加权平均以作为该像素点的值。本发明在数值排序的基础上进行加权平均，能有效的结合中值滤波和空间平滑滤波的优点，又不至于使图像过度平滑。

