

一种新型的混合滤波器的设计与实现

王 峰,王 浩,王诗兵,王秀友
(阜阳师范学院 计算机系,安徽 阜阳 236041)

摘 要:对空间域的常用噪声滤波技术的不足进行了分析,提出了一种线性与非线性混合滤波算法。该算法充分结合了中值滤波器和均值滤波器的优点,比均值滤波器和中值滤波器具有更好的抑制噪声的能力,能较好地保持图像的边缘和几何结构细节。最后给出了几种滤波技术的滤波效果比较图,验证了文中提出的滤波新方法对椒盐噪声和高斯噪声的滤除能力。

关键词:均值滤波;中值滤波;混合滤波;边缘检测

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)06-0107-03

Design and Realization of a New Mix Filter

WANG Feng, WANG Hao, WANG Shi-bing, WANG Xiu-you
(Computer Department, Fuyang Teacher College, Fuyang 236041, China)

Abstract: Analyses the disadvantage of the normal noise filter technique in spatial domain and poses a mixed linear and non-linear filter algorithm. The algorithm completely combines the advantages of average filter and median filter, but has a better capability of suppressing noise than them and can better preserve the margin and the details of geometric pattern of image. Finally several compared diagrams of the filtering effects of this technique are demonstrated, proving the filtering ability of the new technology posed in the article to salt noise and Gauss noise.

Key words: average filter; median filter; mix filter; edge detection

0 引 言

目前最常用的图像去噪方法是均值(Mean Filter)和中值滤波器(Median Filter),它们分别是线性滤波器和非线性滤波器的代表,两者不仅算法迥然不同,而且均值滤波器和中值滤波器针对的是不同的噪声源,其中,均值滤波器主要用来抑制高斯噪声,而中值滤波器主要用来抑制脉冲噪声,但是当对高斯噪声和脉冲噪声组成的混合噪声时,二者皆无法达到很好的效果,而混合滤波器(Hybrid Filter)就是为了解决这一问题而提出的。所谓混合滤波器,就是将线性滤波器和非线性滤波器进行某种形式的互连,以便对这两种噪声都有一定的抑制作用,它是根据对图像局部特征的判断,采用不同的滤波方法,分别抑制高斯噪声和脉冲噪声,以便更好地发挥线性滤波器或非线性滤波器的作用。

目前普遍存在着自适应滤波器计算复杂、运算量

大的问题,这对实时处理是不能接受的,所以文中提出一种既快速而又有效的滤波算法。

中值滤波对于干扰脉冲以及点状噪声(如椒盐噪声)有良好的抑制作用,同时又能很好地保持边缘,但是中值滤波由于其去噪效果依赖于窗口的大小及参与中值计算的像素点数目而具有局限性,不同大小的滤波窗口对输出图像的质量有很大影响:窗口太小,去噪效果不好;窗口太大,又会损失太多的图像细节,造成图像模糊,损失大量有用的信息。所以,在标准中值滤波中,噪声的去除是以图像分辨率的降低为代价的,但是计算简单,只要窗口不太大,计算速度还是很快的。

均值滤波算法对高斯噪声效果很好,但它会破坏图像边缘,而图像的边缘通常是图像处理中最重要的信息,它反映了图像的轮廓、形状等等,所以均值滤波的局限性很大。但是均值滤波只包括有限步的简单加法和一次除法,而其他非线性的算法,都需要排序运算,从而带来大量的比较和存取操作,运算量大而复杂。可以看出,均值算法有简单快速的优势。从上面的分析可以看出,中值滤波和均值滤波各有优缺点,如果将二者有效地结合起来,让其互相取长补短,将会得

收稿日期:2006-08-28

基金项目:安徽省教育厅资助项目(KJ089);阜阳师范学院自然科学基金资助项目(2004YJ04)

作者简介:王 峰(1973-),男,安徽太和人,硕士,讲师,主要研究方向为图像处理和模式识别。

到比较满意的效果,这就是本算法的基本思想。

1 混合滤波算法

混合滤波算法^[1,2]流程如图 1 所示。

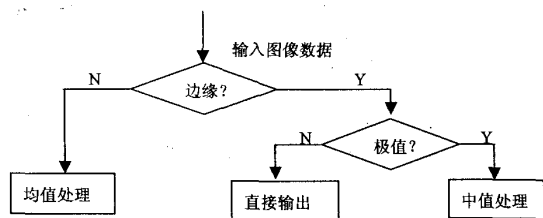


图 1 算法流程图

由于中值滤波损失图像细节,但它能很好地保持边缘,所以,如果能够实现判断哪里是边缘,并且只处理其本身擅长处理的点状脉冲噪声,就可以避免其使图像内部模糊的欠缺。同时,由于均值滤波模糊边缘,如果能够使其不处理边缘,只处理图像内部点,就可以避免破坏图像边缘信息。基于上述考虑,提出先判断边缘点,再选用不同的方法平滑图像。从经验可知,对于自然图像,邻点之间存在很大的相关性,某一点的灰度值与其周围的灰度值非常接近。在一幅图像中,如果一个像素点的灰度值远大于或小于其邻域的值,也就是说,该像素点与其邻域像素点的相关性很小,则该点很可能是噪声,否则,其值如果与邻域点灰度值相接近,就应该有效的信号点,所以,一个点是不是点状脉冲噪声就可以根据它与周围邻点的相关程度来判断。这里就是根据一个像素点的灰度值是否是其处理窗口内的最大或最小值来判断它是否为噪声的。

1.1 判定边缘

用相邻点相关的方法来寻找边缘,因为物体的边缘通常是连续的,边缘点之间有一定的约束关系;而噪声是随机的,所以任取一个边缘点,在该边缘点附近沿其边缘方向总能找到另一个边缘点,且这两个边缘点的灰阶和方向走向不会相差太大,但一个噪声点沿其边缘方向很难找到与其灰阶和方向都相差不大的点。同时,采用相关的原则来继续加以约束。当一个边缘点沿其边缘方向找到了另一个边缘点,这时并不能确定这个边缘点就是真实的边缘点,必须沿着边缘方向连续跟踪 N 个点(N 的值由程序决定)后才能确定下来,这样就可以进一步减少噪声点。噪声点虽然也有可能也符合上述的相邻点灰阶值变化不大的条件,但是噪声点一般不符合相关条件,不存在连续的噪声点。

首先给出一个 G_1 , 图像中的像素点的值如果大于门限值 G_1 , 则可以初步确定为边缘点, 小于 G_1 的值被判断为非边缘点。但噪声点也具有跳变特性, 其值很大, 也会被误判成边缘点, 所以必须增加约束条件, 对

已确定的边缘点作进一步的判断。

如图 2、图 3 所示, 假定 y_1 是初步确定的边缘点, 其边缘方向为“6”方向, 其灰度值为 I_{y1} , 则边缘提取的过程为: 沿像素点 y_1 的边缘方向“6”寻找到像素点 y_2 , 如果 y_2 的灰度值 $I_{y2} < \text{门限值 } G_1$, 即 y_2 不是边缘点, 那么根据边缘是连续的这个约束条件可以确定 y_1 也不是边缘点; 如果 $I_{y2} > G_1$, 则判断 y_1 和 y_2 的灰度差值即 $|I_{y1} - I_{y2}|$ 是否小于门限值 G_2 , 以及其方向差是否小于 90° 。如果条件不满足, 则像素点 y_1 不是边缘点, 否则, 像素点 y_1 可能为边缘点, 建立标记, 并且沿着 y_2 的边缘方向以上述相同的方法查找其后续边缘点; 如果连续 5 个点都能找到其后续边缘点, 则确定 y_1, y_2, y_3 为边缘点, 否则就判断 y_1 不是边缘点, 给予去除, 这样就可以查找出一条完整的边缘。

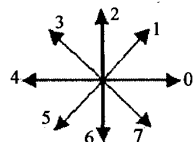
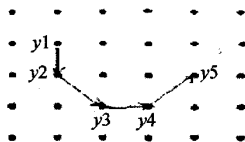


图 2 边缘像素点示意图 图 3 边缘方向示意图

1.2 基于统计特性的邻域均值滤波算法

(1) 对于每一个像素, 以自身为中心选取一个矩形窗口, 并确定与其相邻的 8 个邻域 $D_i (i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8)$ (不包括中心像素)。

(2) 分别计算每一邻域像素和中心点像素的均值, 计算过程中为了取得更好的效果可对中心像素点进行中心加权, 设权值为 w , 则 $m_i = (\sum D_i + w \times I_c) / (w + \text{umnn}(D_i))$, 其中 $\text{umnn}(D_i)$ 表示邻域包含像素点的个数, 权值取为窗口的尺寸。

(3) $j = \text{minindex}(|m_i - I_c|)$ ($\text{minindex}()$ 函数取得使 $|m_i - I_c|$ 最小的下标 i)。

(4) 令 $I_c = m_j$ 即用与中心像素差值最小的邻域均值代替中心像素。

(5) 对图像的每一个像素点重复以上过程。

关键问题是邻域如何选择, 不同形状的邻域将会对滤波结果造成不同程度的影响。为了充分考虑到中心像素在各个方向上的变化, 可以以一个像素 c 为中心考虑沿其周围的 8 个方向上的变化, 如图 4 所示。

7		8		1
	7	8	1	
6	6	c	2	2
	5	4	3	
5		4		3

图 4 像素邻域方向上的变化

以 c 代表中心像素, 数字 1~8 所标识的 8 个邻域, 这样充分考虑到了像素沿着各个方向上的变化,

在实际应用中还可以将相邻数字所代表的邻域两两合并,如果将所有数字代表的邻域像素合并,就基本上等同于普通的均值滤波算法^[3,4]。

1.3 中值滤波算法

1.3.1 算法思路

对含噪图像上的每一点都以其为中心选取一个区域,首先,在这个区域内,找到灰度的中值,对于区域内每一点都以这个中值为基础计算其权值,其中权值的计算应该满足^[5]:

(1)如果区域内某点的灰度值越接近该区域内的中值,则其权值也相应地越大,如果某点为颗粒噪声点,则其灰度值和该区域内的中值相差也就很大,因此其权值也应该非常小;

(2)权值应该被归一化,然后将区域内每一点的灰度与其对应的权值相乘再求和。最后将这个和值赋给所计算的图像点。这样做的好处是:

①以中值为基础计算权值时,给颗粒噪声点赋的权值非常小,以致于在做累加的时候颗粒噪声点的值可以被忽略,这样可以滤除一部分颗粒噪声点;

②做累加类似于均值滤波,可以抑制一部分高斯噪声;

③不需要阈值,从而增加了算法的适用性。

1.3.2 算法步骤

(1)在处理图像中第 (i, j) 个像素点时,首先以其为中心选取 $N \times N$ 的区域(N 为奇数),求出这个区域内 N^2 个像素点的灰度中值 $M(i, j)$;

(2)令 r 为 $N/2$ 的整数部分(例如, $N=3$ 则 $r=1$),然后对这个 (i, j) 点的 $N \times N$ 区域内的每一点按下式计算其相应的加权系数 $r(n, m)$;

$$\text{sum} = \sum_{n=i-r}^{i+r} \sum_{m=j-r}^{j+r} [1/(1 + (I(n, m) - M(i, j))^2)]$$

$$r(n, m) = 1/(1 + (I(n, m) - M(i, j))^2) / \text{sum}$$

其中, $I(n, m)$ 为 $N \times N$ 区域内第 (n, m) 点的灰度值,可以看出, $I(n, m)$ 和 $M(i, j)$ 相差越大,相对应的 $r(n, m)$ 就越小;反之 $I(n, m)$ 和 $M(i, j)$ 相差越小,相对应的 $r(n, m)$ 就越大;而当 $I(n, m)$ 和 $M(i, j)$ 相等的时候, $r(n, m)$ 最大,此时中值被赋予最大的权值;

(3)将第 (i, j) 点的 $N \times N$ 区域内每一点的灰度值 $I(n, m)$ 与相应的 $r(n, m)$ 相乘,记为 $d(n, m)$,将 $\sum_{n=i-r}^{i+r} \sum_{m=j-r}^{j+r} [d(n, m)]$ 作为所处理点的滤波输出。

2 实验结果

为了检验文中算法的效果,用 VisualC++ 6.0 语

言实现了相应的几种滤波算法,并用多幅图像对文中提出的算法进行了验证。其滤波效果如图5所示。

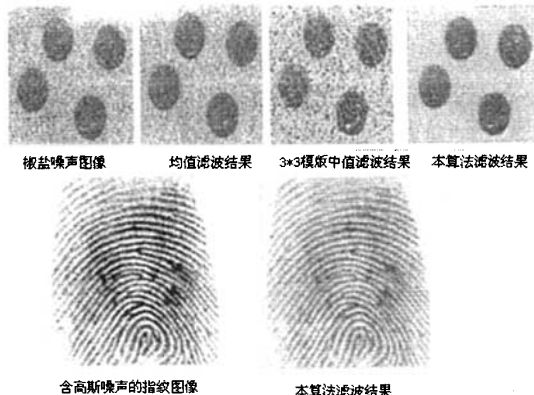


图5 算法滤波结果比较图

3 结论分析

通过图5比较可以看出:椒盐噪声时均值滤波方法不能够有效地滤除噪声,并且图像的细节变化也被明显削弱;中值滤波虽然能够有效地滤除噪声,在图像上只剩下几个黑点,但也明显地损失了图像细节;自适应中值滤波算法虽然同样能够有效地滤除噪声,特别是相当精细地保护了图像的细节,但是噪声幅值的微小变化却未能去除;而混合滤波算法不但完美地再现了图像细节,对噪声的滤除也接近理想状态。

对比图5,可以看出,混合滤波方法,较好地分离了指纹图像的高频部分和由高斯白噪声引起的高频干扰,明显改善了指纹图像的质量,在指纹预处理方面具有一定的研究和应用价值。

总之,该算法在滤波时判断图像局部特征,根据图像的不同区域进行不同的处理,从一定程度上弥补了标准中值滤波算法破坏图像内部细节与均值滤波破坏边缘的不足,同时滤除高斯噪声与脉冲噪声,性能上比中值滤波法与均值滤波法都有明显的改进。

参考文献:

- [1] 赵晶莹. 图像处理中的算法分析[D]. 长春: 长春理工大学, 2002: 1-30.
- [2] 关新平, 赵立兴, 唐英干. 图像去噪混合滤波方法[J]. 中国图象图形学报, 2005, 10(3): 332-337.
- [3] 张宇, 王希勤, 彭应宁. 自适应中心加权的改进均值滤波算法[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 1999, 39(9): 76-78.
- [4] 张旭, 陈树越. 一种基于统计特性的邻域均值滤波算法[J]. 科技情报开发与经济, 2005, 15(2): 146-147.
- [5] 张恒, 雷志辉, 丁晓华. 一种改进的中值滤波算法[J]. 中国图象图形学报, 2004, 9(4): 408-411.