

可保持图象细节的改进的全方位多级组合滤波器

屈志毅¹ 刘丽梅² 高志刚¹ 王玉珍¹

¹(兰州大学信息科学与工程学院, 兰州 730000)

²(云南师范大学计算机科学系, 昆明 650092)

摘要 针对传统全方位多级组合滤波器在去除噪声的同时, 会严重模糊图象边缘这一问题, 分析了其原因, 并指出为了更准确地判断出边缘细节信息, 应考虑转角线条走向等特殊情况. 提出了一种在去除噪声的同时, 可以很好的保持图象边缘细节信息的改进的全方位多级组合滤波算法, 实验结果表明, 该算法在去除噪声的同时, 能更好地保持图象边缘细节, 取得较好的处理效果.

关键词 去噪保边 边缘预判断处理 全方位多级组合滤波器

中图分类号: TP391.41 TP301.6 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2001)12-1180-04

An Advanced Omni Directional Multistage Combination Filter Remained the Initial Image's Detail

QU Zhi-yi¹, LIU Li-mei², GAO Zhi-gang¹, WANG Yu-zhen¹

¹(Information Science & Engineering College of Lanzhou University, Lanzhou 730000)

²(Department of Computer Science, Yunnan Normal University, Yunnan 650092)

Abstract In many reasons of causing image quality degraded, disturb and influence of noise source are important reason of causing image quality degraded. It is necessary that removing noise for improving image quality. At the same time, It should not be damaged that the edge and detail of image to the best of our abilities. In this paper, aim at the problem that omni directional multistage combination filter fuzz the edge of image while removing noise, the reason of causing this problem is analyzed and another advanced omni directional multistage combinative algorithm is proposed. It is pointed out that should take the special cases of corner lines tread into account for solving the problem. The algorithm proposed can preserve the edge of image very well when removing noise. The result of experiment shows that this filter can preserve much more edge information of image when removing noise and achieve better effect.

Keywords Remaining edge while removing noise, Pre-judged edge processing, Omni directional multistage combination filter

0 引言

在计算机视觉与图象处理领域中, 图象恢复和图象增强一直是最重要、最基本的研究课题. 其基本任务是在抑制和去除噪声的同时, 尽量不损害、不丢失图象中的细节信息. 然而抑制噪声和保持图象中的细节往往是一对矛盾, 也是图象处理中尚未很好

解决的问题.

本文针对传统全方位多级组合滤波器在去噪的同时, 会严重模糊图象边缘这一缺点, 分析了产生的原因, 指出为更准确地判断出边缘细节信息, 必须考虑转角处线条走向等特殊情况的处理. 提出了可保持图象边缘细节的改进的全方位多级组合滤波器, 实验结果显示, 该滤波器在去除图象中噪声的同时, 能很好的保持图象中边缘和各种细节, 达到了较好

的图象增强效果.

1 传统的全方位多级组合滤波器^[1]

定义 在 $(2N+1) \times (2N+1)$ 方窗内,如下子集 $W_l(l=0,1,\dots,4N-1)$ 定义为该方窗的全方位结构元(子窗):

$$W_l = \{f(n_1 - l_1, n_2 + l_2) / \theta_l = l \cdot \alpha, -N \leq l \leq N\}$$

$$l = 0, 1, \dots, 4N - 1; \text{且 } \alpha = 180^\circ / 4N \quad (1)$$

式中, α 称为单位旋转角.

如果原方形窗内某个方向上包含有边缘等细节信息,那么该方向上结构元的中值滤波结果将含有该边缘细节信息.显然,包含边缘细节信息的结构元的滤波结果和其他结构元的滤波结果相比,排序后总是位于极大值或极小值位置,而究竟是位于极大值,还是极小值,取决于该边缘细节信息是亮线条,还是暗线条,因此,再采用极值滤波,即可保留住边缘信息.

当原方形滤波窗内灰度变化平缓或除了点脉冲噪声之外不含有边缘等线条信息时,全方位多结构元经中值滤波后,噪声将在一定程度受到抑制,且各种结构元的滤波结果差别较小,因此,可采用中值滤波来进一步滤除噪声.

图 1 给出了传统全方位多级组合滤波器的结构.

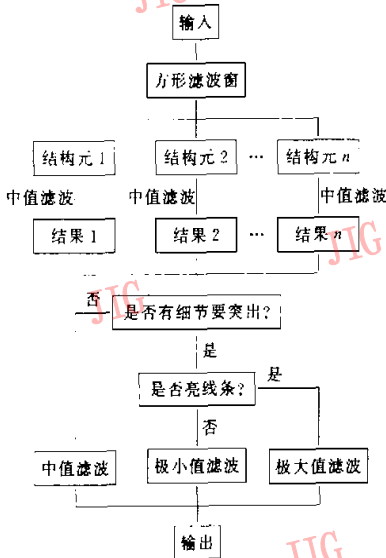


图 1 全方位多级组合滤波器结构图

2 改进的全方位多级组合滤波器

尽管传统全方位多级组合滤波器考虑到了方形滤波窗内几乎所有的线条走向,但它只考虑到了成直线走向的 8 个方向,而一些转角处线条走向却未被考虑.对于一幅图象,特别是一幅比较复杂,线条轮廓较丰富的图象来说,这种情况出现的概率是很高的,因此,要提高图象处理的效果,只考虑成直线走向的 8 个方向是远远不够的,因为它们不能真实地反映出边缘细节信息,所以必须考虑其他特殊情况,即转角处线条走向的特殊情况,如图 2 所示的几个线条走向,从而更准确地判断出边缘细节信息.图象边缘细节信息的特殊处理,对于解决在去除噪声的同时,尽量不损害图象中边缘和各种细节这一矛盾来说是非常关键的,因为它直接影响到图象增强效果的好坏.

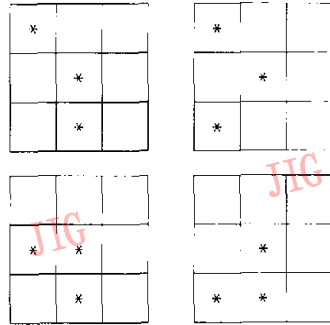


图 2 转角线条走向

改进的全方位多级组合滤波器,滤波前,首先对图象进行预判断处理.

设 $f(x, y)$ 为图象点 (x, y) 处的灰度值, $\varphi(x, y)$ 为 (x, y) 邻域象素点的灰度值, F 为一算子. 首先选择一个算子 Y 作用在 $f(x, y)$ 和 $\varphi(x, y)$ 上,得 $Y = Y(\varphi, f)$, 随后将 F 作用在 Y 上,得 $F = F(Y)$, 最后根据不同的 Y 和 F , 作进一步的处理. 这里,取 Y 的形式为^[2]:

$$Y = \sum_{i=0}^7 \delta(f(x, y) - \varphi_i(x, y))$$

其中, $\delta(x) = \begin{cases} 1, & |x| \leq T_1 \\ 0, & |x| > T_1 \end{cases}$ $\varphi_i(x, y)$ 为 (x, y) 第 i 邻域的灰度值.

将 $f(x+1, y)$ 设为 (x, y) 的第 0 邻域灰度值,如图 3 所示, T_1 是一个阈值,它限定了认为点 (x, y) 的灰度与其邻域点的灰度非常接近的范围大小,也

即,只有点 (x,y) 的灰度值与其邻域点灰度值的差小于该阈值时,才认为点 (x,y) 与该邻域点灰度值非常接近.

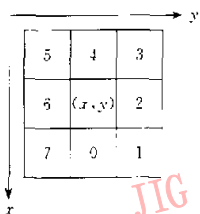


图3 (x,y) 的邻域

算子 F 取为:

$$F = F(Y) = 4Y / (Y^2 + 4)$$

这里, F 为一种相关模糊度.其含义为:对于图象中任意一点,当其八邻域中,有且仅有两个象素的灰度值与其相等或非常接近时,则这点可以理解为边缘点,取其为边缘点的可能性为1.显然,当 Y 为0时,说明该象素点为孤立噪声点,此时 $F=0$,可用中值滤波来将该点滤除.当 $Y>4$ 时,则认为该点处于平滑区.可用在该邻域内取中值的方法来对其进行处理.当 $Y=2$ 时,则认为该点是边缘点,此时 $F=1$,用该点和与其最接近的两象素点的均值作为该点的新值.对既不在平滑区,也不是孤立噪声点和边缘点的象素,则采取下述步骤对其进行处理:

(1) 用式(1)对方形滤波窗进行全方位多结构元分解.

(2) 对每一结构元据式(2)进行中值滤波

$$Y_l(n_1, n_2) = \text{med} \{ f(n_1 + l_1, n_2 + l_2) / \theta_l = l \cdot \alpha, -N \leq l_1, l_2 \leq N \}$$

$$\forall l = 0, 1, \dots, 4N-1; \text{且 } \alpha = 180^\circ / 4N \quad (2)$$

(3) 取滤波结果的极大值 f_{\max} 和极小值 f_{\min} ,并计算它们和点 (x,y) 灰度值差的绝对值,分别计为 S_1, S_2 .

$$f_{\max} = \max \{ Y_0(n_1, n_2), Y_1(n_1, n_2), \dots, Y_{4N-1}(n_1, n_2) \}$$

$$f_{\min} = \min \{ Y_0(n_1, n_2), Y_1(n_1, n_2), \dots, Y_{4N-1}(n_1, n_2) \}$$

$$S_1 = \text{abs}(f(x, y) - f_{\max})$$

$$S_2 = \text{abs}(f(x, y) - f_{\min})$$

令 $S = \min \{ S_1, S_2 \}$

(4) 计算方形滤波窗内所有象素的均值,记为 w_{aver} ,然后根据下式求出 diff

$$\text{diff} = \begin{cases} |f_{\max} - w_{\text{aver}}| & \text{if } S = S_1 \\ |f_{\min} - w_{\text{aver}}| & \text{if } S = S_2 \end{cases}$$

(5) 根据下式再次进行滤波,得到滤波结果

$$Y(n_1, n_2) = \begin{cases} f_{\max} & \text{diff} \geq T_1 \text{ 且 } S = S_1 \\ f_{\min} & \text{diff} \geq T_1 \text{ 且 } S = S_2 \\ w_{\text{aver}} & \text{diff} < T_1 \end{cases}$$

式中, T_1 是一阈值.

T_1 的取值与噪声污染程度及图象的对比度有关,噪声污染程度大和图象的对比度大, T_1 取值就大. T_2 的取值与全部方形滤波窗内所有象素的均值有关.实验证明,当 T_1 取值为10~35, T_2 取值为10~40时能获得较好的处理效果.

图4给出了改进的全方位多级组合滤波器的结构流程图.

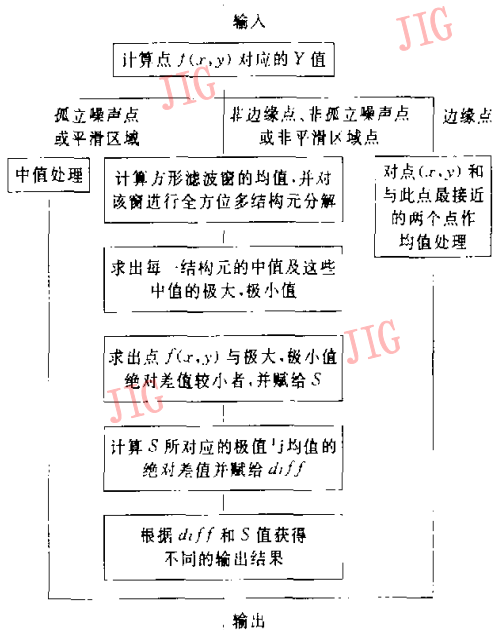


图4 改进的全方位多级组合滤波器结构流程图

3 实验结论分析及讨论

用几幅图象对改进的全方位多级组合滤波器的性能进行测试均得到了较好的结果.这里给出用一幅 $128 \times 127, 8\text{bit}$ 标准测试图“boobon”来测试改进的全方位多级组合滤波器所得到的性能的结果,如图5所示,其中(a)为原始图象;(b)为噪声(概率为15%)污染图象;(c)为采用传统全方位多级组合滤波器(5×5 方形结构元, $\delta=15$)的滤波结果;(d)为采用改进的全方位多级组合滤波器(5×5 方形结构元,阈值 $T_1=15, T_2=14$)的滤波结果.

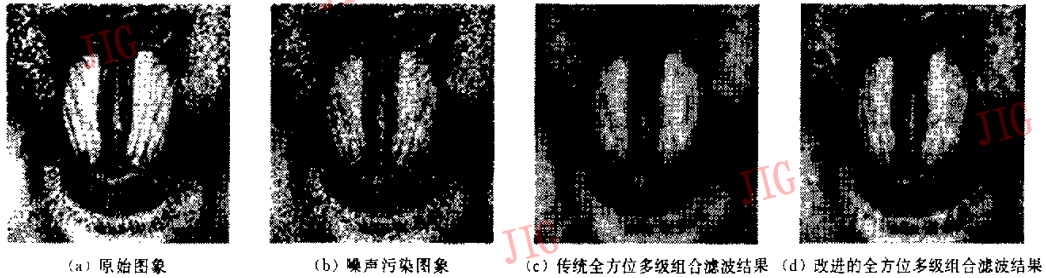


图 5 两种多级组合滤波器实验效果比较

实验结果显示,传统的全方位多级组合滤波器在滤除噪声的同时,严重地模糊了原始图象,不能很好地保持图象边缘细节,而改进的全方位多级组合滤波器在去除噪声的同时,能更好地保留原始图象的边缘细节,取得了较好的处理效果.这两个滤波器的性能也可以通过相对均方误差(NMSE)来比较.相对均方误差定义如下^[3]:

$$NMSE = \frac{\sum_{i,j} [x(i,j) - y(i,j)]^2}{\sum_{i,j} x(i,j)^2}$$

式中, $x(i,j)$ 是原始图象, $y(i,j)$ 是滤波输出图象

由传统全方位多级组合滤波器恢复的图象,其 NMSE 为 0.015 780 68,而用改进的全方位多级组合滤波器恢复的图象,其 NMSE 为 0.003 722 642.这个结果也说明,改进的全方位多级组合滤波器比传统全方位多级组合滤波器能获得更好的滤波效果.另外,从前面的算法描述中可以看出,全方位多级组合滤波方法要经过多级滤波,相对于简单的均值和中值滤波来说,计算量比较大,算法比较复杂.而改进的全方位多级组合滤波方法,则在对图象进行多结构元分解之前,先用简单的邻域值对比的方法对其进行是否为边缘点、孤立噪声点或平滑区域点的判断;若是边缘点,则采用简单的均值处理;若是孤立噪声点或平滑区域点,则用中值处理;否则,采用全方位多级组合滤波方法对其进行处理.因此,在改进的全方位多级组合滤波方法中,第 1 步的判断大大简化了整个算法.

尽管改进的全方位多级组合滤波器取得了较好的处理效果,但根据前述的算法可知,它的处理效果是和两个阈值(T_1 、 T_2)值的选择相关的,不同阈值的选择,对于同一幅图象,将会获得不同的处理效果,而对于阈值的选择,却只能给出一个大概范围,如果要确定处理效果最好时的阈值,只能通过

实验比较得出,因此如何自动选择阈值是一个有待继续研究的问题.

参考文献

- 王伟,赵春晖,孙圣和.一种适于图象细节保持的全方位多级组合滤波器[J].机器人,1998,20(2):128~132.
- 洪文松,陈武凡.实现图象边缘检测的改进广义模糊算法[J].中国图象图形学报,1999,4A(2):143~146.
- 宋焕生,梁德群,刘春阳.用于图象处理的自适应多级中值滤波器[J].西安交通大学学报,1998,32(1):25~28.



屈志毅 1957年生,1983年获长春地质学院仪器系物探仪器硕士学位,现为兰州大学信息科学与工程学院教授.感兴趣的研究领域为图象处理、网络多媒体技术、软件工程等.

刘丽梅 1975年生,2000年获兰州大学计算机系计算机应用学科硕士学位,现为云南师范大学助教.感兴趣的研究领域为图象处理与模式识别等.

高志刚 1975年生,2000年获兰州大学计算机系计算机应用学科硕士学位,现为兰州大学助教.感兴趣的研究领域为图象处理与模式识别等.

王玉珍 1969年生,现为兰州大学硕士研究生.感兴趣的研究领域为图象处理与模式识别等.