

方向加权中值滤波算法

冯星奎 肖兴明 尹洪君

(第二炮兵驻中国工程物理研究院型号办事处, 绵阳 621900)

摘要 方向加权中值滤波算法是一种新的滤波方法, 该方法用于指纹二值化图象处理主要是充分运用指纹方向图和模糊理论思想来构造滤波模板, 其算法简单, 处理速度快, 而且当方向不准确时, 也可给出较正确的结果, 因而大大增强了算法的抗干扰性.

关键词 指纹 权值 方向图 方向中值滤波

中图法分类号: TP391.41 TP301.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2000)07-0609-03

The Directional Medial Filtering with Weights

FENG Xing-kui, XIAO Xing-ming, YIN Hong-jun

(The office of the second Artillery, China Academy of Engineering physics, Mianyang 621900)

Abstract A new filtering algorithm, i. e., the directional medial filtering with weights is proposed. The directional image of the fingerprint and the idea of the fuzzy theory are utilized to construct filtering template, so the method is simple and the speed is high. Moreover, comparatively correct result can be worked out when the direction isn't exact, which strengthens the capability of the algorithm against disturbance.

Keyword Fingerprint, Weight, Directional image, Directional medial filtering

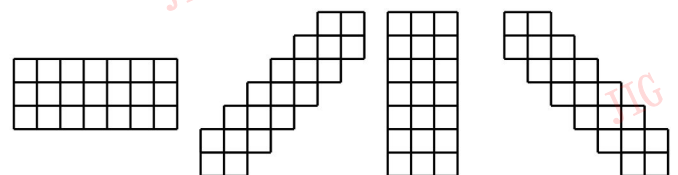
0 引言

在指纹图象处理中, 由于指纹图象二值化后, 在指纹的脊线上仍然存在着或多或少, 大大小小的孔洞, 且脊线边缘并不光滑, 即有不少的缺口和突出物. 若直接对其进行细化, 则这些缺口、突出物就会使细化线变得参差不齐, 并出现一些短小的分叉, 即毛刺; 同时, 处于纹线上的孔洞, 在保持连通性的细化处理过程中将被扩大, 形成一些圆圈和网状线. 这不仅使细化图变得杂乱, 而且在特征提取时, 将得到许多假特征点, 从而影响以后的识别, 因此, 细化之前必须采取措施, 对指纹二值化图象进行修补.

时处理, 因而在图象平滑处理中得到了广泛应用. 但直接用中值滤波算法对方向性很强的指纹图象进行滤波, 效果并不是很理想, 而且指纹纹线容易出现断线和粘连. 因此, 处理这类图象时, 有必要引入方向信息, 即利用指纹方向图来指导中值滤波的进行, 这种方法即所谓的方向中值滤波算法. 根据文献报道, 方向中值滤波算法主要用于纹理性较强的图象平滑. 它通常采用狭长的窗口, 滤波时, 窗口方向随指纹纹线方向的变化而旋转. 通常所采用的4种方向滤波窗口如图1所示.

1 方向中值滤波算法^[1,2]简介

众所周知, 中值滤波算法^[3]由于速度快, 便于实



(a) 0°方向 (b) 45°方向 (c) 90°方向 (d) 135°方向

图1 方向中值滤波中各方向上的滤波窗口

方向中值滤波法存在如下缺点,即,若设滤波窗口长为 W ,则滤波的结果就会将那些宽度小于 $|W/2|$ 的点作为噪声滤除掉,同时还可将纹线上那些宽度小于 $|W/2|$ 的断裂连接起来;但它具有如下优点,由于采用的是有方向的滤波,因此在滤波过程中对纹线损害较少,效果也比较好。

2 方向加权中值滤波算法

前已述,用方向中值滤波算法处理指纹图象,效果固然好,但这种方法使用的是狭长的窗口,且滤波时,窗口方向随滤波方向的变化而旋转,因此操作计算起来很不方便,而且速度也很慢,是一般指纹自动识别系统所不能容忍的。

众所周知,中值滤波用于二值化图象处理,即相当于计算移动窗口中“1”值的多少,然后根据该值的多少决定当前象素值为“1”,还是为“0”。因此,当窗口不是方形(比如图1所示的各狭长窗口)时,应把图1所示的狭长窗口转化为图2所示的加权方窗,然后用加权方窗与图象中相应象素值点相乘后再进行计算,这样即可把几何上狭长的不规则窗口用数学上规则的加权方窗来代替,并把狭长窗口在几何上的旋转,用加权方窗中加权值的旋转变换来代替,从而简化了算法。

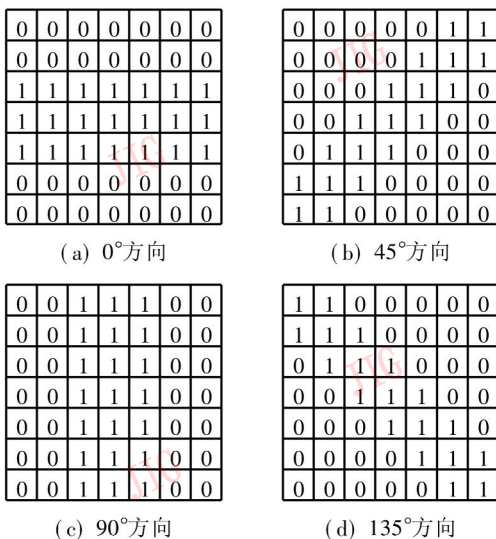


图2 方向中值滤波中各方向上等效的加权窗口

但是,这样处理后的窗口应用起来仍不方便,因为方窗小,方向性就不强,效果则受到限制;可是若方窗大,计算量就将增大,速度则将变得更慢。所以,本文在此基础上,提出了一种新的算法——方向加权中值滤波算法^[4]。由于该算法既保留了方向中值滤波算法的方向性,又采用一般中值滤波算法的方

窗结构,因此,该算法集中值滤波算法和方向中值滤波算法的优点于一身,而且滤波速度与中值滤波算法的速度一样快,其滤波效果却同方向中值滤波算法的效果一样好,因而是一种较为理想的指纹二值图象修补方法。

其具体算法如下:

采用如图3所示的 3×3 方窗,并引入模糊理论的思想,即在权值设定上给予方向一定的模糊性,且越接近当前窗口中指纹纹线的方向,赋予其权值越大,越偏离该方向,权值越小。因而改变该方向上加权值的大小,就相当于改变图1中狭长窗口的长度;而改变其余方向上的加权值的大小,则相当于改变其宽度。所以,只要适当选择加权值的大小,就既可缩小加权方窗的大小,又基本上不影响处理的结果。

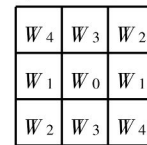


图3 加权值方窗

权值选择方法如下:

设 θ 为指纹方向图中指纹脊线的方向, $0 \leq \theta < \pi$, 则有

$$W_1 = \begin{cases} 1 & 3\pi/8 < \theta \leq 5\pi/8 \\ 2 & \pi/8 < \theta \leq 3\pi/8 \text{ 或 } 5\pi/8 < \theta \leq 7\pi/8 \\ 3 & 0 < \theta \leq \pi/8 \text{ 或 } 7\pi/8 < \theta \leq \pi \end{cases}$$

$$W_2 = \begin{cases} 1 & 5\pi/8 < \theta \leq 7\pi/8 \\ 2 & 3\pi/8 < \theta \leq 5\pi/8 \\ & \text{或 } 0 < \theta \leq \pi/8 \text{ 或 } 7\pi/8 < \theta \leq \pi \\ 3 & \pi/8 < \theta \leq 3\pi/8 \end{cases}$$

$$W_3 = \begin{cases} 1 & 0 < \theta \leq \pi/8 \text{ 或 } 7\pi/8 < \theta \leq \pi \\ 2 & \pi/8 < \theta \leq 3\pi/8 \text{ 或 } 5\pi/8 < \theta \leq 7\pi/8 \\ 3 & 3\pi/8 < \theta \leq 5\pi/8 \end{cases}$$

$$W_4 = \begin{cases} 1 & \pi/8 < \theta \leq 3\pi/8 \\ 2 & 3\pi/8 < \theta \leq 5\pi/8 \\ & \text{或 } 0 < \theta \leq \pi/8 \text{ 或 } 7\pi/8 < \theta \leq \pi \\ 3 & 5\pi/8 < \theta \leq 7\pi/8 \end{cases}$$

按照上面的规则,可得到如图4所示的4个加权值方窗。

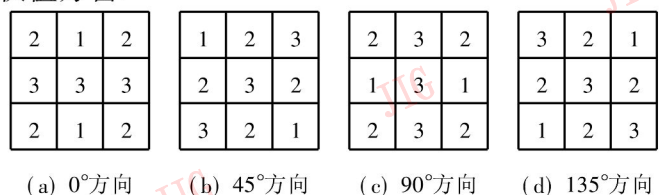


图4 各方向上的加权窗口

这样,在对指纹二值化图象进行修补时,就可结合指纹方向图,采用这 4 个加权方窗来进行滤波.

3 结果与分析

笔者在微机上用 MATLAB 语言实现了上述算法. 实验结果如图 5 所示,其中,二值化后的指纹原始图象如图 5(a) 所示;用中值滤波算法滤波后的结果如图 5(b) 所示;用新算法滤波后的结果如图 5(c) 所示.

由图 5 可见,本文提出的新算法比中值滤波算法的处理结果好,其滤波后的指纹图象,纹线上的孔洞、缺口和突出物基本上被消除,且纹线清晰流畅,没有出现断线和粘连,相反,一些断线和粘连分别被连接和隔离起来.同时,由于新算法充分运用了指纹方向图和模糊理论的思想来构造滤波模板,因而算法简单,处理速度快,而且当方向不准确时,也可给出较正确的结果,大大增强了算法的抗干扰性.所以,该算法不失为一种较理想的指纹二值图象修补方法.

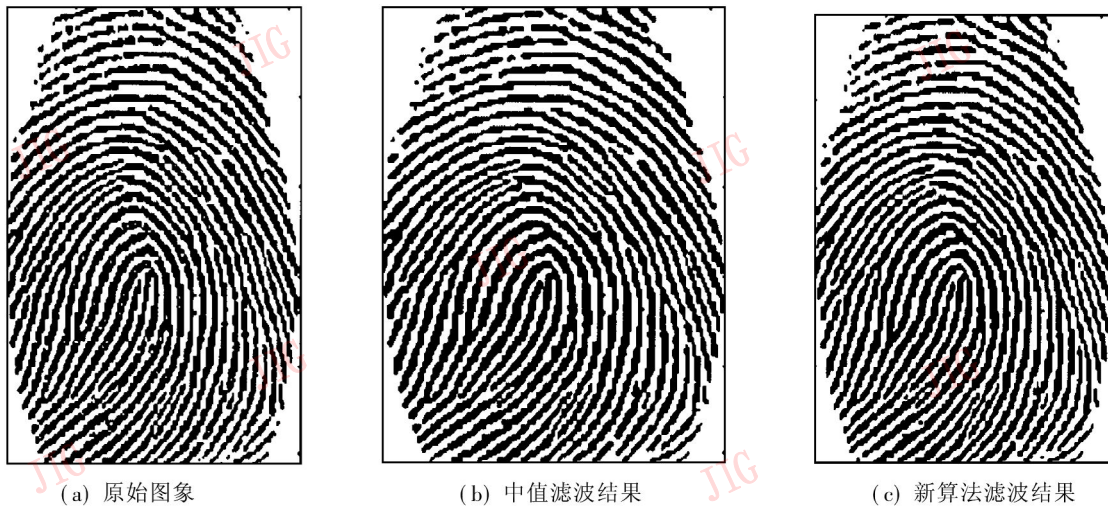


图 5 实验结果

参 考 文 献

- 1 胡海涛. 图象分析方法在指纹识别中的应用[硕士学位论文]. 广州: 中山大学, 1991.
- 2 曲大健. 数学形态学在指纹图象处理中的应用及指纹比对算法[硕士学位论文]. 北京: 清华大学, 1989.
- 3 周新伦, 柳健, 刘华志. 数字图象处理. 北京: 国防工业出版社, 1986.
- 4 冯星奎. 指纹图象的获取及其预处理、后处理[硕士学位论文]. 西安: 第二炮兵工程学院, 1998.



冯星奎 1973 年生, 1995 年毕业于第二炮兵工程学院, 1998 年获该院硕士学位. 现为第二炮兵驻中国工程物理研究院型号办事处参谋. 目前研究领域为图象处理、模式识别及可靠性工程.



肖兴明 1952 年生, 1979 年毕业于第二炮兵工程学院, 并获该院学士学位. 现为第二炮兵驻中国工程物理研究院型号办事处主任, 高级工程师. 目前研究领域为图象处理、人工智能及可靠性工程.



尹洪君 1957 年生, 1983 年毕业于第二炮兵工程学院, 并获该院学士学位. 现为第二炮兵驻中国工程物理研究院型号办事处副主任, 高级工程师. 目前研究领域为图象处理、可靠性工程及自动控制.