

# 图像平滑的高斯加权平均算法

吕知辛 (山东大学计算机系 250100)

黄尊灵 (山东省高校科技开发中心 250011)

**摘要:**本文通过分析图像平滑技术中的加权平均算法的原理,提出了图像平滑高斯加权平均算法,并给出了该算法的实验结果。

**关键词:**图像平滑 高斯加权平均 信噪比 图像熵

## 引言

图像在传输过程中,叠加进的噪声会对图像质量产生较大影响。为了得到高质量的传输图像,除在传输过程中加强抗噪措施外,还可对收到的图像进行滤波处理。在早期的图像滤波技术中[1],是对图像进行线性滤波。这些技术实现起来快速、方便,但是在消除噪声的同时,也模糊了图像的边缘和细节。为解决这一问题,相继出现了自适应图像平滑技术[2],邻域加权图像平滑技术[3],梯度倒数加权图像平滑技术[4]等。随着计算机处理速度的提高,相继又推出了一些新的图像平滑技术。

### 1. 图像平滑的加权平均算法

图像邻域加权平均算法是用像素的邻域内诸像素灰度的加权平均值代替原像素灰度值,以消除噪声的干扰。

$$\hat{F}(i, j) = \sum_{(K, L)} G(i, j, K, L) W(i, j, K, L) \quad (1-1)$$

$$(K, L) \in V_{ij}$$

式中  $W(i, j, K, L)$  是邻域  $V_{ij}$  内对应于像素  $(K, L)$  的加权值。为了使加权平均后图像平均亮度不发生大变化,要求:

$$\sum_{(K, L)} W(i, j, K, L) = 1 \quad (1-2)$$

$$(K, L) \in V_{ij}$$

最简单的邻域加权平均算法是邻域内各加权系数均等的局部平均算法,即:

$$\hat{F}(i, j) = (1/N) * \sum_{(K, L)} G(K, L) \quad (1-3)$$

$$(K, L) \in V_{ij}$$

但这种平均不但对噪声具有平滑作用,而且对图像边缘产生较强的模糊作用,为解决这一问题,一些新的邻域加权平均算法相继推出[2]-[4]。

### 2. 图像滤波的高期加权平均算法

本文提出这样的加权算法,邻域内某像素的权值是

该像素与中心像素灰度差的高斯函数。

高斯函数曲线形状与一般相关函数的曲线形状极为相似,所以这是一种较为理想的加权特性曲线。

假设图像是加性噪声,且噪声为高斯白噪声:

$$G(i, j) = F(i, j) + N(i, j) \quad (2-1)$$

$$N(i, j) \sim N(0, Q_n^2(i, j))$$

$$\text{定义: } \delta(i, j, K, L) = G(i, j) - G(K, L) \quad (2-4)$$

$$(K, L) \in V_{ij}$$

则  $\delta(i, j, K, L)$  近似服从  $N(0, 2Q_n^2(i, j))$

定义:

$$C(i, j, K, L) = k * \exp(-\delta(i, j, K, L)/(4 * Q_n^2(i, j))) \quad (2-6)$$

取加权系数  $W(i, j, K, L)$  为邻域  $V_{ij}$  内  $C(i, j, K, L)$  的归一化值(以保证图像平滑后平均亮度不变)即:

$$W(i, j, K, L) = C(i, j, K, L) / \sum_{(K, L)} C(i, j, K, L) \quad (K, L) \in V_{ij} \quad (2-7)$$

将(2-7)代入(1-1)即可求得加权平均后的图像灰度值  $\hat{F}(i, j)$ 。由于式(2-6)为高斯函数,因此称这种加权平均算法为高斯加权平均算法。

### 3. 图像平滑处理前后图像质量分析

本文采用两种方法——图像信噪比及噪声图像熵,来衡量图像处理前后的图像质量。

(1)图像信噪比。 $V_{ar1}$ 为原始图像  $(F(i, j))$  方差,  $V_{arN}$  为噪声图像  $(N(i, j))$  方差,图像信噪比为

$$S/N = 10 \lg(V_{ar1}/V_{arN}) \quad (3-1)$$

实际计算机模拟时,  $V_{arN}$  为处理后图像  $(F(i, j))$  与原始图像  $(F(i, j))$  之误差图像(即噪声图像)的方差。

(2)噪声图像熵。设噪声图像灰度的概率密度含数为  $P(t)$ , 噪声图像熵为:

(下转第41页)

(上接第 42 页)

$$E_{nt} = - \int_0^{+\infty} P(t) \log_2 P(t) dt \quad (3-2)$$

由于图像灰度为离散场,  $P(t)$  亦为离散函数, 则式(3-2)变为:

$$E_{nt} = - \sum_0^{255} P(K) \log_2 P(K) \quad (3-3)$$

	原始图像	J. S. Lee 自适应算法	梯度倒数算法	高斯加权平均算法
S/N(dB)	7.30	9.79	8.83	11.83
Ent	6.18	5.95	6.05	5.82

### (3) 计算机模拟

为了验证各种图像平滑技术的效果, 将一幅 256 X 256 的图像加入方差为 100 的高斯(0, 100)噪声, 在像素  $(i, j)$  周围 3 X 3 的邻域里用不同的图像平滑算法, 对图

像进行处理, 根据平滑后的图像与原始图像之误差图像, 计算出平滑后图像的信噪比及误差图像熵。

上表给出了各种处理算法后的图像信噪比及噪声图像熵:

### 参考文献

- [1] A. Scher et al, Some new image smoothing techniques, IEEE, Trans., Syst., Man, Cybern., Vol. SMC-10, pp-153-158, 1980.
- [2] J. S. Lee, Refined noise filtering using local statistics, CVGIP Vol. 15, pp. 380-389, 1981.
- [3] 王德民, 王庆麟, 图像平滑一种加权算法, 电子学报, Vol. 14, No. 6, Nov., 1986.
- [4] D. C. C. Wang et al. Gradient-inverse weighted smoothing scheme and the evaluation of its performance, CVGIP Vol. 15, pp. 167-181, 1981.

(来稿时间: 1998 年 2 月)