

### 3 种不同灰度图像增强算法比对

## The Comparison of Three Gray-Scale Image Enhanced Algorithm

雷江东, 李久丹, 罗艳, 吴彩荣

LEI Jiang-dong, LI Jiu-dan, LUO Yan, WU Cai-rong

(南宁海蓝数据有限公司, 广西南宁 530022)

(Highland Digital Technology INC., Nanning, Guangxi, 530022, China)

**摘要:**在简要阐述直方图均衡化、平滑、锐化 3 种图像增强算法的基础上, 分别用这 3 种算法处理灰度图像, 对比它们对图像的处理效果, 分析 3 种方法在图像增强处理能力的优劣之处。结果发现, 直方图均衡化可以均衡图像的灰度等级, 提高图像的对比度, 但是图像的细节损失; 图像平滑可以减少或消除图像的噪声, 使图像突兀的地方变得不明显, 但是会使图像模糊; 图像锐化使图像的边缘、轮廓变得清晰, 但是图像的信噪比有所下降。

**关键词:**图像增强 灰度图 直方图 平滑 锐化

**中图法分类号:**TP391.42 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2010)04-0418-02

**Abstract:** On the basis of simply demonstrating three types of image enhanced algorithms, which are Histogram equalization, images moothing and image sharpening, the processing effects and advantages of these three types were compared. Consequently, this article found that Histogram equalization could balance the grays scope and improve the contrast of images while suffering some details loss; images smoothing could decrease or diminish image noise and made the abrupt objects indistinct while suffering blurred images; and image sharpening might make the edge and figure of the images distinct while lightly decreasing the SNR.

**Key words:** image enhancement, gray-scale image, histogram equalization, smoothing, sharpening

在对图像进行分析之前, 通常要对图像质量进行改善, 改善的目的就是要使处理后的图像比原始图像更适合特定的应用。影响图像清晰度的因素很多, 主要有光照不足、线路传输收到干扰等。现存的图像增强技术主要分为空间域法和频率域法两类, 其中的增强方法主要有灰度变换、图像平滑、图像锐化等。本文主要采用直方图均衡化、图像平滑、图像线性锐化对图像进行增强处理, 对比他们的处理效果, 分析 3 种方法的在图像增强处理方面的优劣。

### 1 3 种图像增强算法

收稿日期: 2010-07-25

作者简介: 雷江东(1971-), 男, 助理工程师, 主要从事数字档案加工技术和管理研究。

#### 1.1 直方图均衡化

灰度变换是对图像上各个像素点的灰度值  $x$  按某个函数  $T$  变换到  $y$ , 将图像的灰度级整个范围或其中某一段(A,B)扩展或压缩到(A,B)。直方图均衡化<sup>[1]</sup>是灰度变换的一个重要应用, 是以累计分布函数变换为基础的直方图修正法, 可以产生一幅灰度级分布具有均匀概率密度的图像。一幅图像灰度级  $r_k$  出现的概率近似为

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n}, k=0, 1, 2, \dots, L-1,$$

其中  $n$  是图像中像素的总和,  $n_k$  是灰度级为  $r_k$  的像素个数,  $L$  为图像中灰度级总数。若像素点的原灰度为  $r$ , 变换后的灰度为  $s$ , 其灰度变换函数  $T$  为

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}, k=0, 1,$$

2, ..., L - 1.

## 1.2 图像平滑

数字图像的噪声主要来源于图像的获取过程和传输过程,图像的质量受图像传感器本身和环境因素的影响<sup>[2]</sup>,例如使用摄像机获取图像时,光照程度和传感器温度是产生大量噪声的主要因素。图像在传输过程中传输信道受到干扰也会产生噪声。图形平滑目的是减少噪声,一般来说,图像的能量集中在低频部分,噪声主要在高频段,因此可以采用低通滤波的方法去除高频干扰。减少噪声的算法主要有均值滤波和中值滤波,均值滤波是通过一个点和周围几个点运算获取该点新的灰度值来去除噪声,中值滤波是用窗口内各像素点灰度值的中间值代替窗口中心点的灰度值。

## 1.3 图像锐化

图像锐化一般有两种方法:高通滤波法和微分锐化法。从频率域来看,图像模糊的实质是图像的高频分量被减弱,可以通过高通滤波器来增强高频分量,使图像更清晰。我们通过梯度锐化来对图像进行边缘增强<sup>[3]</sup>。函数  $f(x, y)$  在其坐标  $(x, y)$  上的梯度通过一个二维列向量来定义:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}.$$

式中的偏导数并非各向同性的,而梯度向量的模值不是线性的:  $\nabla f = \text{mag}(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{\frac{1}{2}}$  为了计算方便,使用常用绝对值代替平方和平方根近似求梯度的模值:

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y| = |f(x, y) - f(x + 1, y + 1)| + |f(x + 1, y) - f(x, y + 1)|.$$

在经过梯度运算后图像中的边缘、轮廓、尖顶等变化较快的地方变得更加锐目,从而使图像更加清晰、细节更加突出。

## 2 3种增强算法比对

### 2.1 直方图均衡化前后图像效果

从图1和图2可以看出,经过直方图均衡化处理后,图像对比度扩展,图像更加清晰,从直方图来看,处理后的图像直方图分布更加均匀。但是直方图均衡化存在有缺点:灰度级减少,细节丢失,另外图像处理后的对比度不够自然。因此在实际应用中,还需要根据不同的要求有选择地对某灰度范围

进行局部范围内的对比度增强。



图1 直方图均衡化前(a)后(b)对比

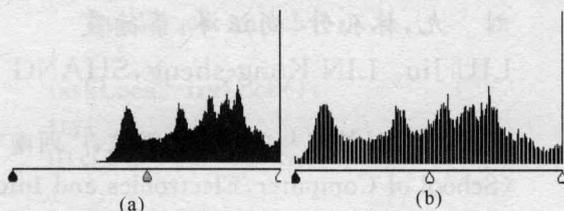


图2 直方图均衡化前(a)后(b)的灰度直方图对比

### 2.2 平滑前后图像的效果

由图3可以看出,经过平滑后的图像,原来突兀的点变得不明显,图像变得更加柔和。均值滤波器可以较好地降低图像噪声,但效果取决于掩模的大小,实验显示均值滤波器主要适用于消除图像中不相干的细节。中值滤波器有较为出色的降噪能力,比小尺寸的线性平滑滤波器的模糊度明显降低,在保存原有图像的边缘轮廓的基础上将图像噪声消除掉。虽然中值滤波器对处理脉冲噪声很有效,但是中值滤波并不适用于所有的情况,若图像中存在很多边界、点、线时,处理效果不明显,这时采用最大值滤波器可以获得更好的效果。此外中值滤波器要对窗口内的像素点灰度值排序,不利于快速图像平滑处理。



图3 图像平滑对比

(a)原图,(b)均值滤波后,(c)中值滤波后

### 2.3 锐化前后图像的效果

从图4可以看出,模糊图像经过锐化处理以后图像的边缘、轮廓变得清晰,图像细节也变得更加丰富。值得注意的是选取锐化处理的图像必须是信噪

(下转第425页)

时间上都优于改进前的 LEACH 协议, FND(第一个节点死亡时间)延长了约 45%, HND(半数节点存活时间)延长了约 29%, LND(最后一个节点死亡时间)延长了约 22%(图 2)。

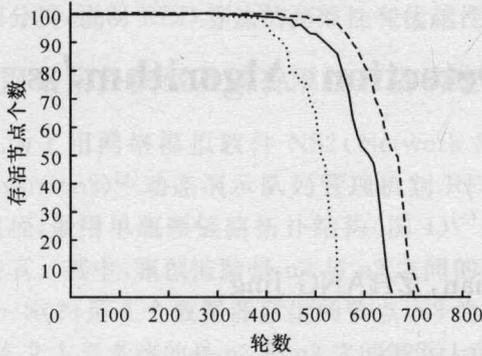


图 2 网络生命周期

.....:LEACH 协议; ——:DCHS 簇头选择策略;  
----:LEACH-MUL 协议。

### 3 结束语

本文提出的基于 DCHS 簇头选择策略的 LEACH 协议的簇头多跳算法 LEACH-MUL 中, 主要考虑了节点的剩余能量和簇内节点的平均剩余能量以及网络拓扑结构问题, 并且避免了将能量少的节点选择为簇头, 保证了网络中的能量消耗均衡

的问题, 使整个无线网络的生命周期得到延长。仿真实验测试的结果表明, LEACH-MUL 算法可以使网络的生命周期有效地得到延长, 增加了节点的存活率。

#### 参考文献:

[1] 陈静, 张晓敏. 无线传感器网络簇头优化分簇算法及其性能仿真[J]. 计算机应用, 2006, 26 (12): 2787-2792.

[2] Wendi Rabiner Heinzelman, Anantha Chandrakasan, Hari Balakrishnan. Energy - efficient communication protocol for wireless microsensor network [C]. IEEE Proceedings of the Hawaii International Conference on System Science, Washington, 2000: 3005-3014.

[3] 白凤娥, 王莉莉, 马艳艳, 等. 无线传感器网络路由协议 LEACH 的算法分析[J]. 太原理工学报, 2009, 40 (4): 348-352.

[4] 王伟超, 代增全, 徐启建. LEACH 协议簇头选择算法的改进[J]. 无线电工程, 2010, 3(40): 1-3.

[5] Handy M, Haase M, Timmermarn D. Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy with Deterministic Cluster-Head Selection [C]. Sweden: [s. n.], 2002: 368-372.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第 419 页)

比很高的图像, 并且要设置恰当的阈值进行处理, 否则图像的细节增加的同时, 图像噪声也迅速增加, 无法产生预想的效果。



(a) (b)  
图 4 图像锐化前(a)后(b)对比

### 3 结束语

对比 3 种不同的图像增强算法的处理效果可以看出, 直方图均衡化可以均衡图像的灰度等级, 提高图像的对比度, 但是图像的细节损失; 图像平滑可以减少或消除图像的噪声, 使图像突兀的地方变得不

明显, 但是会使图像模糊; 图像锐化使图像的边缘、轮廓变得清晰, 但是图像的信噪比有所下降。这说明选取正确的图像增强算法处理图像可以使处理后图像达到理想的效果, 反之无法满足视觉上或特殊应用上的要求, 此外在具体应用过程中, 还需注意调整阈值、设定合适的掩模、局部处理等。在很多时候, 还需要采用多种算法组合来实现理想的图像增强效果。

#### 参考文献:

[1] Rafael C 冈萨雷斯, Richard E Woods 数字图像处理 [M]. 阮秋琦, 译. 北京: 电子工业出版社, 2003.

[2] 何斌, 马天予, 王运坚, 等. Visual C++ 数字图像处理 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.

[3] 苏彦华. Visual C++ 数字图像识别技术典型案例 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.

(责任编辑: 尹 闯)