

检测噪声图象边缘的概率集群识别方法

常 寿 德

(山东工业大学)

摘 要

本文提出一种噪声图象中检测边缘的新方法。该方法从图象的灰度概率域入手,将概率谱分为两个等面积的集群,通过判定群间距离检测图象的边缘。理论分析与实验结果表明,这种方法具有较强的噪声抑制能力和边缘提取能力。

关键词——图象处理,噪声抑制,模式识别。

一、前 言

边缘检测的方法已有多种,总的说来,可分为三类。一类是基于空间域进行处理,基本方法是对相邻的象素区域规定某种差分运算,并设置门限进行切除,如 Laplace 算子法、Robert 算子法等。另一类是基于空间频率域进行处理。由于灰度信息与边缘信息分别处于频谱的两侧,故可用各种形式的滤波器分离边缘。第一类方法中,虽然区域差分的方法对噪声具有一定的平滑作用,但总的说来,差分运算对于噪声还是比较敏感的。第二类方法,由于噪声与边缘同处于频谱的上部,识别分离相当困难,所以也不能较好地抑制噪声。鉴于上述原因,目前已逐渐采用第三类方法,即统计的方法^[1,2]。这类方法从目前的状况来看,计算繁杂,且效果也不太明显。

本文提出的概率集群识别方法(Cluster Probability Recognition, 即 CPR)是在灰度级的概率密度域内进行处理。该方法具有概念清晰、计算简便、效果明显的特点。

二、图象边缘点判定准则

现考察图象象素成为边缘象素应具备的条件。

定理. 设有一直线边缘穿过矩形区域。区域中心象素成为边缘点的充要条件是直线两侧的面积相等。

证明略。

当矩形区域是一个较小的区域时(实际处理中为一窗口),穿过该区域的弯曲边缘可近似认为是直线边缘,由此可得下述推理。

推理. 设有边缘穿过一较小区域, 区域中心象素是边缘点的充要条件是边缘线两侧面积相等.

应用前述定理及推理, 需要首先判明该区域中有否边缘通过. 实际上, 所谓边缘, 乃是两个灰度面间的转折. 由于人的视觉心理以及噪声的影响, 它的判定往往借助一定的先验知识. 综合以上诸点, 可得出边缘检测的判定准则.

准则. 一较小区域内的图象, 如满足下述条件:

1. 图象可分为这样两个子域:
 - 1) 各子域中象素灰度相近; 2) 两子域平均灰度级差超过一个预定门限,
2. 两子域的面积相等.

则图象的中心象素就是一个边缘点.

三、CPR 方法原理

设有一无噪声的边缘图象, 中心象素位于边缘上. 对于灰度连续的图象来说, 其灰度

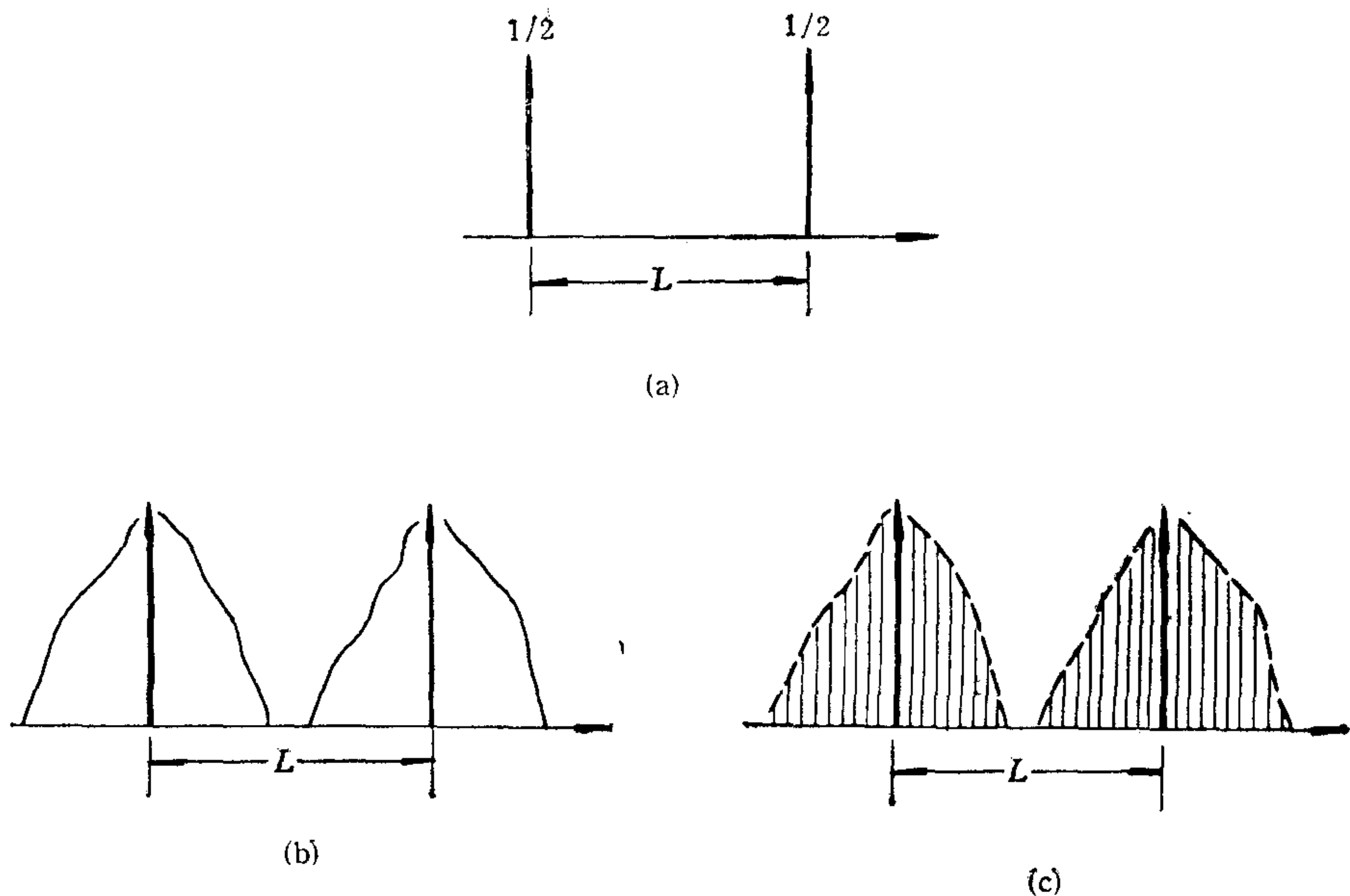


图 1 边缘图象的概率密度谱

级的概率密度谱是一对强度为 $1/2$ 的冲激函数, 见图 1a. 两冲激的间距就是灰度级差. 当有噪声干扰时, 其概率密度谱变为两个面积各为 $1/2$ 的集群, 见图 1b.

在密度谱上, “准则”的两个条件非常直观地呈现出来. 集群的面积即为两个子域的面积, 集群的距离 L 即为灰度级差.

对于量化后灰度离散的图象, 其灰度的概率谱由一条条谱线构成, 成为图 1c 的形状. 图 1 中, 当 L 大于给定的门限时, 即为边缘图象的模式. 至此, 边缘检测的问题已化为一个集群分类的模式识别问题. 在灰度概率谱或者说在灰度直方图上进行分群和测距,

这就是 CPR 的出发点。

定义 1. 设 $P(G)$ 为灰度直方图函数。当满足下式时:

$$\left. \begin{aligned} P(G) &= C_L + C_H \\ A(C_L) &= A(C_H) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

称为对 $P(G)$ 的直方图分群。式中 C_L 称为低群, 其中象素具有低于或等于中值的灰度。 C_H 称为高群, 其中象素具有高于或等于中值的灰度。 $A(C_x)$ 为对 C_x 求面积。低群与高群的象素可以在中值处重叠。当图象只有一个灰度级时, 低群与高群在中值处完全重叠。

设图象的最高灰度级为 B , 每个集群可认为是一个 B 维矢量。为了便于比较两集群的距离, 可将矢量为两个灰度标量值。这两个标量值相当于两个集群的形心, 图 1b、c 的粗线冲激即为集群的形心。

定义 2. 低群形心 X_L 为

$$X_L = \left(\sum_0^{M-1} G_i P_i + P_L \cdot M \right) / \frac{N \times N - 1}{2}, \quad (2)$$

高群形心 X_H 为

$$X_H = \left(\sum_{M+1}^B G_i P_i + P_H \cdot M \right) / \frac{N \times N - 1}{2}, \quad (3)$$

式中, $P_L = H(M) + (N \times N - 1)/2 - S$ 为低群中具有中值灰度的象素个数,

$$P_H = S - [(N \times N - 1)/2 + 1]$$

为高群中具有中值灰度的象素个数, P_i 为具有第 i 个灰度级值的象素个数, G_i 为第 i 个灰度级值, M 为窗口中象素的中值, $H(M)$ 为具有中值灰度的象素个数, S 为窗口中不大于窗口中值的象素个数, $N \times N$ 为窗口尺寸, N 为奇数。

定义 3. 高群 C_H 与低群 C_L 间的距离 L 为

$$L = X_H - X_L. \quad (4)$$

实际上, L 就是两集群间的灰度级差。

CPR 方法处理步骤如下:

- 1) 设定窗口, 做出窗口图象的直方图;
- 2) 由 (2)、(3)、(4) 式计算高低群的形心与间距;
- 3) 判断间距是否大于给定门限, 决定中心象素是否为边缘象素;
- 4) 逐点移动窗口, 直至全部图象处理完毕。

四、实验结果与分析

为检验和比较 CPR 的实际检测效果, 对一幅加有高斯噪声的图象, 分别用 CPR 算法、Laplace 算子、Sobel 算子、Robert 算子做边缘检测处理, 结果见图 2—图 5, CPR 窗口为 3×3 。

从视觉效果上看, CPR 方法检出的边缘较完整清晰。为了客观地比较一下噪声抑制能力, 对上述四幅图象进行了粗略的噪声统计, 见表 1。



图 2 CPR 方法检出的边缘图象

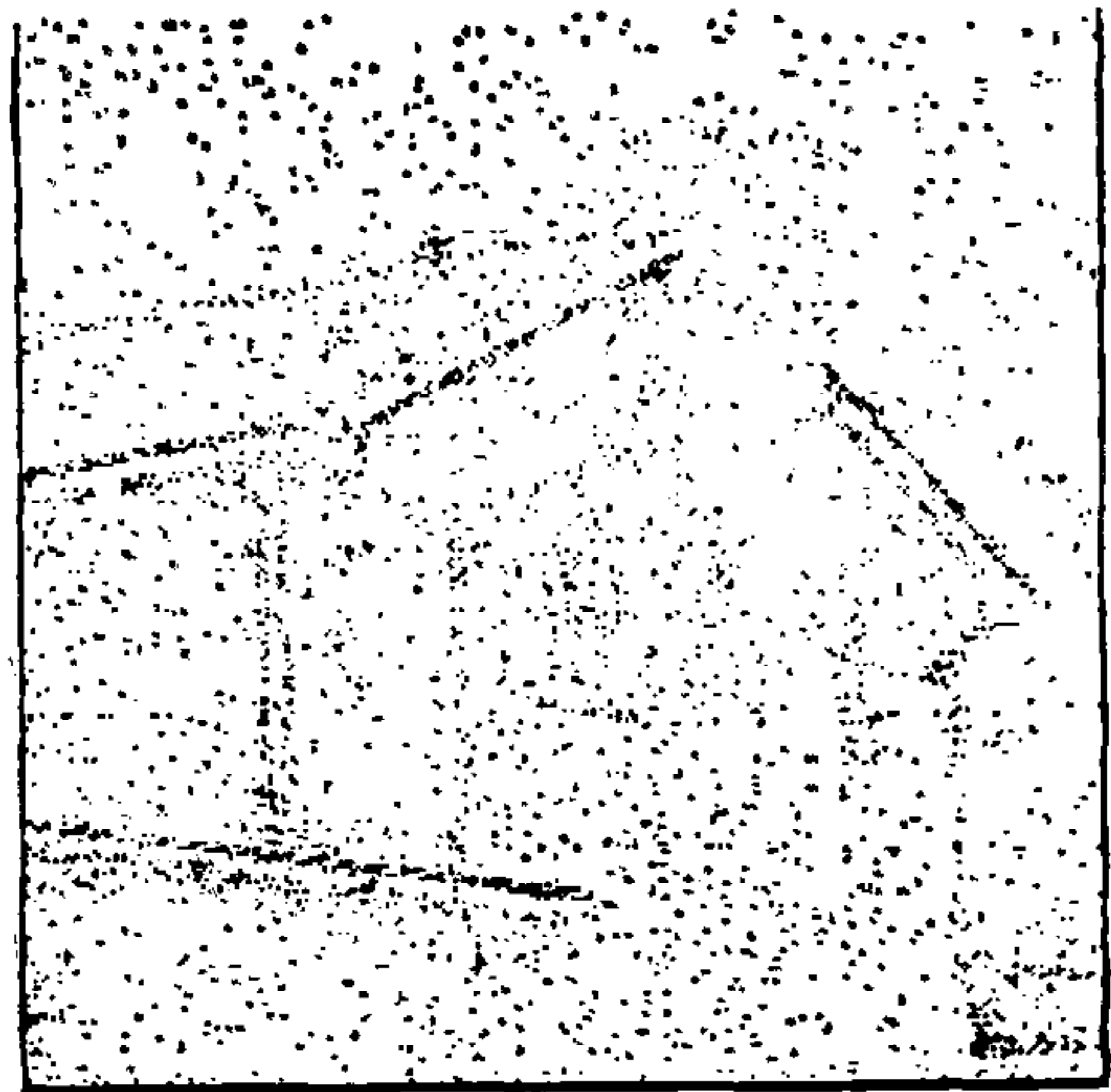


图 3 Laplace 算子检出的边缘图象



图 4 Sobel 算子检出的边缘图象



图 5 Robert 算子检出的边缘图象

表 1

检测方法	噪 声 数	百分比
Laplace	1459	100.0%
Robert	1018	69.8%
Sobel	1013	69.4%
CPR	443	30.3%

总的说来，CPR 方法在灰度均匀的区域中，对噪声的平滑能力很象邻域平均法，而在图象的边缘区域，又很象梯度法。但由于每点都要计算直方图与中值，计算量较大。如能采用快速的中值算法^[2]，则处理速度将会大大加快。

参 考 文 献

- [1] 普拉特, W.K., 数字图象处理学, 科学出版社, 1984.
- [2] Huang T.S., Yang G.J., Teng G.Y., A Fast Two-Dimensional Median Filtering Algorithm, Proc. of IEEE Computer Society Conference on Pattern Recognition and Image Processing 1978.

THE CLUSTER PROBABILITY RECOGNITION FOR DETECTING EDGE IN NOISY IMAGE

CHANG SHOUBE

(Shangdong Polytechnic University)

ABSTRACT

A new approach to detect edge in noisy image is presented. The image histogram is divided into two equal-area clusters. By means of determining the distance between the clusters, the edges of the image are detected. The theoretical and experimental results show that the new method has a fairly good property in both noise suppression and edge detection.

Key words ——Image processing; noise suppression; pattern recognition.