

一种直接直方图修正方法

余日泰

(杭州电子工业学院, 杭州 310037)

蔡吸礼

(杭州广播电视大学, 杭州 310009)

摘要 图象增强中的直方图修正一般分为2种不同的方法:直方图均衡和直方图规定,这是因为传统的直方图规定^[1]要经过2次直方图均衡。本文提出的方法通过将直方图均衡作为直方图规定的特例考虑,既可实现直方图均衡又可实现直方图规定,从而实现了这2种方法的统一,而且直方图规定的结果好于文献[1]方法。

关键词 图象增强 直方图修正 直方图均衡 直方图规定

0 引言

一幅图象的概貌可由这幅图象的灰度级直方图描述。灰度级直方图修正是图象增强的基本方法之一,且一般分为2种:一种是按照均匀的方式修改给定图象的直方图,称为直方图均衡;另一种是按照规定的方式修改给定图象的直方图,称为直方图规定。在传统方法中^[1],直方图规定一般需经过2次直方图均衡,即通常包含以下4个步骤:

(1) 对原始图象进行直方图均衡,求得原始图象灰度级 r 与直方图均衡后的原始图象灰度级 s 之间的变换函数 $s = T(r)$ 。

(2) 对期望图象进行直方图均衡,求得期望图象灰度级 z 与直方图均衡后的期望图象灰度级 v 之间的变换函数 $v = G(z)$ 。

(3) 把 s 与 v 对应起来,要求使 v 在 G 中有原象,得出 r 与 y 之间的变换: $y = G^{-1}(T(r))$, 其中 y 为对原始图象直方图规定后的目标图象灰度级, $y = z$ 。

(4) 根据 r 与 y 之间的变换对原始图象进行灰度级变换。

1 直接直方图修正方法

设原始图象灰度级数为 N , 灰度级分别为 r_n , 期望图象灰度级数为 M , 灰度级分别为 z_m , 直接直方

图修正方法如下:

(1) 根据期望图象直方图规定曲线求期望图象概率密度函数 $P_z(z_m)$, $m = 1, \dots, M$, 此时的 $P_z(z_m) - z_m$ 离散点图即期望图象直方图。

(2) 计算期望图象累积分布函数:

$$U_z(z_m) = \sum_{k=1}^m P_z(z_k), \quad m = 1, \dots, M.$$

(3) 根据原始图象各灰度级点数统计分布值

$$h_r(r_n), \quad n = 1, \dots, N, \quad \text{令 } H = \sum_{k=1}^N h_r(r_k).$$

(4) 计算原始图象概率密度函数:

$$P_r(r_n) = h_r(r_n)/H, \quad n = 1, \dots, N,$$

此时的 $P_r(r_n) - r_n$ 离散点图即原始图象直方图。

(5) 计算原始图象累积分布函数:

$$U_r(r_n) = \sum_{k=1}^n P_r(r_k), \quad n = 1, \dots, N.$$

(6) 根据最接近原则,考察 $U_z(z_m)$ 及 $U_r(r_n)$, 构造原始图象灰度级 r_n 与对原始图象直方图规定后的目标图象灰度级 y_m 之间的变换函数:

$$y_m = z_m = T(r_n), \quad n = 1, \dots, N,$$

由函数 T 进而可计算对原始图象直方图规定后的目标图象概率密度函数:

$$P_y(y_m) = \sum_{\substack{r_n = T(r_n) \\ n=1, \dots, N}} P_r(r_n), \quad m = 1, \dots, M,$$

而 $P_y(y_m) - y_m$ 离散点图即对原始图象直方图规定后的目标图象直方图。

(7) 根据变换函数 T 对原始图象进行灰度级变换。

上述方法当 $P_z(z_m) = 1/M$ 时退化为直方图均衡。

下面给出一个计算实例：

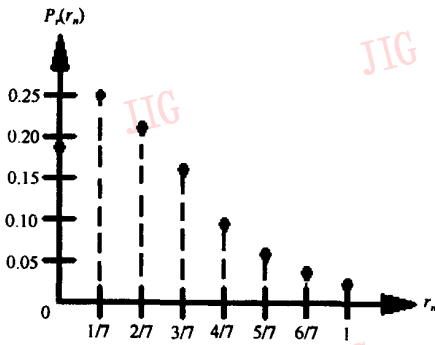
假定有一幅 64×64 有 8 级灰度 ($N = 8$) 的原始图象, 期望图象有 8 级灰度 ($M = 8$)。原始图象灰度级 r_n 、原始图象各灰度级点数统计分布值 $h_r(r_n)$ 、期望图象灰度级 z_m 、期望图象概率密度函数 $P_z(z_m)$ 已

知并分别列于表 1 中。

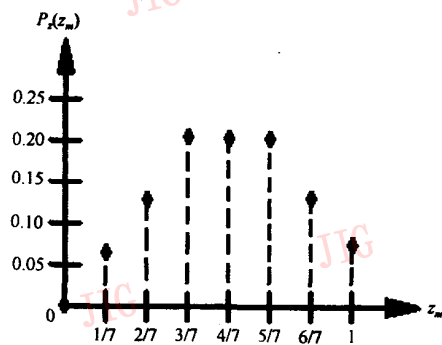
根据本文方法求得的原始图象概率密度函数 $Pr(r_n)$ 、原始图象累积分布函数 $Ur(r_n)$ 、期望图象累积分布函数 $Uz(z_m)$ 、根据最接近原则构造的原始图象灰度级 r_n 与对原始图象直方图规定后的目标图象灰度级 y_m 之间的变换函数 $y_m = T(r_n)$ 及由函数 T 进而计算得到的对原始图象直方图规定后的目标图象概率密度函数 $P_y(y_m)$ 亦分别列于表 1 中。图 1 (a)、(b)和(d)为相应的直方图。

表 1 实例参数表

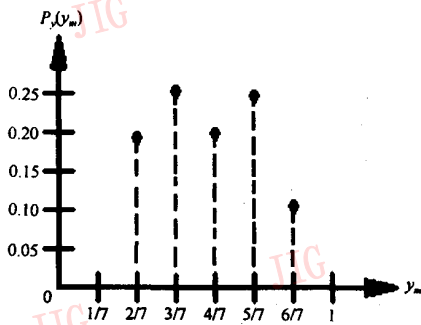
r_n	$h_r(r_n)$	$P_r(r_n)$	$U_r(r_n)$	z_m	$P_z(z_m)$	$U_z(z_m)$	y_m	$T(r_n)$	$h_z(y_m)$	$P_y(y_m)$
$r_0 = 0$	790	0.19	0.19	$z_0 = 0$	0.00	0.00	$y_0 = 0$	-	0	0.00
$r_1 = 1/7$	1023	0.25	0.44	$z_1 = 1/7$	0.07	0.07	$y_1 = 1/7$	-	0	0.00
$r_2 = 2/7$	850	0.21	0.65	$z_2 = 2/7$	0.13	0.20	$y_2 = 2/7$	r_0	790	0.19
$r_3 = 3/7$	656	0.16	0.81	$z_3 = 3/7$	0.20	0.40	$y_3 = 3/7$	r_1	1023	0.25
$r_4 = 4/7$	329	0.08	0.89	$z_4 = 4/7$	0.20	0.60	$y_4 = 4/7$	r_2	850	0.21
$r_5 = 5/7$	245	0.06	0.95	$z_5 = 5/7$	0.20	0.80	$y_5 = 5/7$	r_3	656	0.16
$r_6 = 6/7$	122	0.03	0.98	$z_6 = 6/7$	0.13	0.93	$y_6 = 6/7$	r_4, r_5	574	0.14
$r_7 = 1$	81	0.02	1.00	$z_7 = 1$	0.07	1.00	$y_7 = 1$	r_6, r_7	203	0.05
	4096		1.00		1.00				4096	1.00



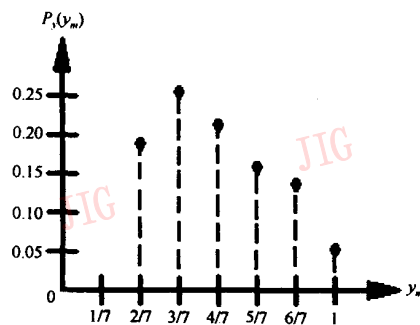
(a) 原始图象直方图



(b) 期望图象直方图



(c) 文献[1]方法结果直方图



(d) 本文方法结果直方图

图 1

2 结 论

比较文献[1]方法及本文方法的求直方图规定变换函数的时间复杂度,文献[1]方法需要进行2次直方图均衡,而本文方法与一次直方图均衡相当(因为当 $P_z(z_m) = 1/M$ 时退化为求直方图均衡变换函数方法),因此快近一倍。

文献[1]方法通过2次直方图均衡间接得到直方图规定的变换函数。在这一过程中,对于某些原始图象,在第1次直方图均衡(步骤(1))时可能对原始图象的灰度级进行不适当的归并(例如 r_5, r_6, r_7 归并不如 r_6, r_7 归并适当),在第2次直方图均衡(步骤(2))时也可能对期望图象的灰度级进行不适当的归并,在步骤(3)又要求 v 在 G 中有原象,因此经过多值—单值—单值—多值复合变换后产生的目标图象并不理想。对于原始图象直方图(图1(a))及期望

图象直方图(图1(b)),比较图1(c)、(d)可以看出在直方图规定时本文方法的结果好于文献[1]方法。(图1(c)中灰度级为5级, $P_y(y_m)$ 分别为0.19, 0.25, 0.21, 0.24, 0.11。)

传统方法中直方图规定必须通过直方图均衡才能实现,因此将直方图均衡与直方图规定作为2种不同的直方图修正方法对待。而本文方法将直方图均衡作为直方图规定的特例对待,从而实现了这2种方法的统一。

致谢 杭州大学张森老师和他讲授的课程启发了作者,在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 Gonzalez R C, Wintz P. Digital Image Processing. Addison-Wesley Publishing Company, 1987.
- 2 Pratt W K. Digital Image Processign. John Wiley & Sons, 1978.

Direct Histogram Modification for Image Enhancement

Yu Ritai

(Hangzhou Institute of Electronics Engineering, Hangzhou 310037)

Cai Xili

(Hangzhou Broadcast Television University, Hangzhou 310009)

Abstract In general, histogram equalization and histogram specification are regarded as two different histogram modification techniques in image enhancement because the latter is generally dependent on the former in the traditional method. In this paper, a new method for histogram modification is reported, in which histogram equalization is regarded as a special case of histogram specification, so it can be applied to either histogram equalization or histogram specification. And in the case of histogram specification, the result of the new method is better than that of the traditional method.

Keywords Image enhancement, Histogram modification, Histogram equalization, Histogram specification