

数字图像处理与分析

Homework 2

吴骏东 PB20111699

2022.3.18

1.为什么一般情况下对离散图像的直方图均衡化并不能产生完全平坦的直方图?

答:

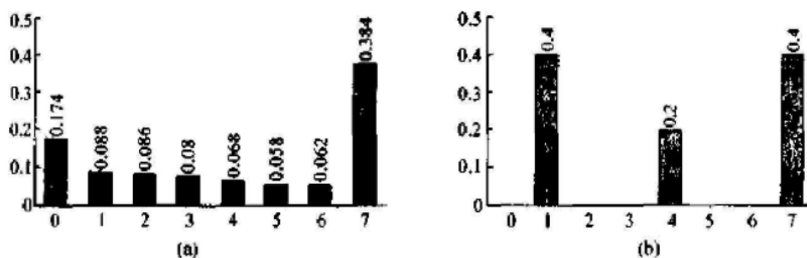
因为数字图像的灰度值是离散的, 原始直方图的一些不同灰度可能映射到均衡化后直方图的相同灰度, 从而使均衡化直方图实际使用的灰度级数小于原始图像的灰度级数。这样便会导致变换后的直方图产生某些灰度级空缺, 从而不是完全平坦的。

2.设已用直方图均衡化技术对一幅数字图像进行了增强, 试证明再用这个方法对所得结果增强并不会改变其结果。

证明:

事实上, 均衡化后的直方图的灰度级数与原始图像之间只有两种对应关系: 原始图像的多个等级对应到均衡化图像的一个等级、原始图像的一个等级对应到均衡化图像的一个等级。因此两幅图像的累积直方图在数值上是一样的, 只是灰度等级“错位”而已。因此最终的均衡化结果是一样的。

3. 设一幅图像有如下图(a)所示的直方图, 拟对其进行规定直方图变换, 所需规定直方图如下图(b)所示, 使用SML方法, 列表给出直方图规定化计算结果。



答：过程如下

序号	运算	步骤和结果							
1	列出原始图像灰度级 $f, f = 0, \dots, 7$	0	1	2	3	4	5	6	7
2	列出原始直方图	0.174	0.088	0.086	0.08	0.068	0.058	0.062	0.384
3	计算原始累积直方图	0.174	0.262	0.348	0.428	0.496	0.556	0.616	1.000
4	列出规定直方图	0	0.4	0	0	0.2	0	0	0.4
5	计算规定累积直方图	0	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	1.0
6	SML映射	1	1	1	1	1	4	4	7
7	确定映射对应关系	0, 1, 2, 3, 4 \rightarrow 1					5, 6 \rightarrow 4		7 \rightarrow 7
8	变换后直方图	0	0.496	0	0	0.120	0	0	0.384

表 1: 直方图规定化计算列表

4. 编一个程序实现 $n \times n$ 中值滤波器。当模板中心移过图像中每个位置时，设计一种简便地更新中值的方法。（要求给出编程思想）

答：以下是算法的介绍：

对于中值滤波，可以让模板中心点在原图的 $[\lceil \frac{n}{2} \rceil, M - \lceil \frac{n}{2} \rceil] \times [\lceil \frac{n}{2} \rceil, N - \lceil \frac{n}{2} \rceil]$ 范围内进行移动，每次移动一个单位长度。对模板覆盖区域内的像素灰度进行统计，取其中位数作为滤波后图像的灰度值。模板中心点无法覆盖的区域则用原图灰度值进行替代。

在更新中位数时，首先设置两个有序列表，一个是升序，一个是降序。初始 $n \times n$ 矩阵中共有 n^2 个元素，将其中较小的 $\frac{n^2-1}{2} + 1$ 个元素放入降序列表，剩下的 $\frac{n^2-1}{2}$ 放入升序列表。此时矩阵中的中位数即为降序列表的第一个元素。

每次移动模板时，有 n 个数被移出， n 个数被移入。此时要做的就是更改两个有序列表中的元素，使其仍然满足初始的分布规律。操作如下：

1. 对每个即将被移出的数，判断其在哪个列表中（与列表第一个元素比较即可）。若两个列表第一个元素相同，则默认从降序列表中删除。由于列表元素个数满足 $\frac{n^2-1}{2} \geq n$ ($n \geq 2$)，所以不会出现列表元素不够删除的现象。删除元素时，要保持列表元素的有序性。

2. 对每个即将被加入的数，判断其应该被加入哪个列表（与列表第一个元素比较即可）。若两个列表第一个元素相同，则默认加入降序列表。数字不会被加入到空列表。插入元素

时，要保持列表的有序性。

3.完成更改后，依次移动列表第一个元素，使降序列表元素个数为 $\frac{n^2-1}{2} + 1$ ，升序列表元素个数为 $\frac{n^2-1}{2}$ 。

上述操作可以保证每次移动模版后，降序列表的第一个元素即为中位数。具体代码实现此处不再展开。但是在插入和删除元素的过程中所需要的时间复杂度较高（甚至可能超过直接排序算法的复杂度）。为此我们可以在列表存储时引入桶排序方法，从而让查找效率变为常数级。

除此以外，我们也可以采用稀疏模版进行计算复杂度的降低。