

数字图像处理实验二

实验指导

1. 实验目的

通过上机实验的手段巩固课堂上所学的关于直方图均衡化和直方图匹配等图像增强技术的认识 and 了解，学会自行编写上述函数，感受不同的直方图增强技术对最终图像效果的影响。

2. 实验内容

2.1. 方法技术介绍

直方图处理能有有效的用于图像增强，而直方图更是多种空间域处理技术的基础。灰度级为 $[0, L-1]$ 范围的数字图像的直方图是离散函数 $h(r_k) = n_k$ ，其中 r_k 是第 k 级灰度， n_k 是图像中灰度级为 r_k 的像素个数。经常以图像中的总数（用 n 表示）来除它的每个值，以得到归一化的直方图。因此，一个归一化的直方图由 $P(r_k) = \frac{n_k}{n}$ 给出，其中 $k = 0, 1, \dots, L-1$ 。简单地说， $P(r_k)$ 给出了灰度级为 r_k 发生的概率估计值，显然一个归一化的直方图的所有部分之和应该等于1。

2.1.1. 直方图均衡

直方图均衡的思想就是使处理后的图像灰度分布均衡，这样图像的信息熵最大，图像也就得到了相应的增强。故而，对于上文中的非均匀的密度函数 $P_r(r)$ 经某个变换函数 $s = T(r)$ 变换为均匀概率分布 $P_s(s)$ ， s 为变换后的图像灰度值。由雅克比变换易得：

$$P_s(s)ds = P_r(r)dr \quad (1)$$

当直方图均衡化并归一化后，

$$p_s(s) = 1 \quad (2)$$

即：

$$ds = P_r(r)dr \quad (3)$$

其中 s, r 归一化的含义就是 $r \in [0, 1], s \in [0, 1]$ ，对应matlab中的就是图像的double类型。两边取积分：

$$s = T_r = \int_0^r P_r(\omega)d\omega \quad (4)$$

变换后图像的灰度 s 就是原图像灰度级的概率密度函数的积分。

2.1.2. 直方图匹配

直方图均衡能自动地确定变换函数，该函数寻求产生均匀直方图的输出图像。对于某些应用来说，采用均匀直方图的基本增强并不是最好的办法，尤其是有时可以指定希望处理的图像所具有的直方图形状，这种用于产生处理后特有直方图的图像的方法，称为直方图匹配，也叫直方图规定化。

2.1.2.a. 方法推导

r, z 为连续灰度级（看成是连续随机变量 $P_r(r), P_z(z)$ 为它们对应的连续概率密度。 r 为输入图像的灰度级， z 为输出图像的灰度级，输入图像的概率密度函数为 $P_r(r)$ ， $P_z(z)$ 为希望输出图像具有的规定概率密度函数。令 s 为一随机变量，且有

$$s = T(r) = \int_0^r P_r(\omega) d\omega \quad (5)$$

同时对希望输出的图像做直方图均衡化，有

$$s = G(z) = \int_0^z P_z(t) dt \quad (6)$$

$$\therefore s = G(z)$$

$$\therefore z = G^{-1}(s)$$

$$\therefore s = T(r)$$

$$\therefore z = G^{-1}(s) = G^{-1}[T(r)] \quad (7)$$

故而直方图规定化的步骤为：

- 1) 由(5)式求 $T(r)$
- 2) 由(6)式求 $G(z)$
- 3) 求反变换 G^{-1}
- 4) 对输入图像的所有像素应用(7)式得到输出图像

2.2. 实验步骤

2.2.1. 步骤1

自己编写直方图均衡和直方图规定化函数，开始积累由自己编写的图像处理模块。

2.2.2. 步骤2

将mountain.jpg图像读入，对其做直方图均衡化，作出处理前后的灰度直方图，将其保存在同一窗口。

2.2.3. 步骤3

将mountain.jpg图像读入，按如下灰度变换函数对其做直方图匹配，作出处理前后的灰度直方图，将其保存在同一窗口。

$$n = \begin{cases} 1400r, & r \leq 5 \\ 7000 - 310r & 5 < r \leq 20 \\ 900 - 5r & 20 < r \leq 180 \\ -1440 + 8r & 180 < r \leq 225 \\ 3060 - 12r & 225 < r \leq 255 \end{cases} \quad (8)$$

3. 实验报告要求

提交原图像和处理后的图像。