专业：信息工程
姓名：徐晓刚
学号：3140102480
日期：2017 /6 /3
地点：

浙江大学实验报告

课程名称：数字图像处理实验　指导老师：项志宇　成绩：

实验名称：灰度共生矩阵计算　实验类型：探究型　同组学生姓名：无

一、实验目的和要求（必填）　二、实验内容和原理（必填）
三、主要仪器设备（必填）　四、操作方法和实验步骤
五、实验数据记录和处理　六、实验结果与分析（必填）
七、讨论、心得

一. 实验目的和要求

1. 理解图像的灰度共生矩阵的概念与计算方法。
2. 使用 MTALAB 编程实现对一幅灰度图像的灰度共生矩阵计算。

二. 实验内容和原理

1> 实验原理

1. 灰度共生矩阵

令 Q 是定义两个像素彼此相对位置的一个算子，并且考虑一幅具有 L 个可能灰度级的图像 f。

令 G 为一个矩阵，其元素 g_{ij} 是灰度值为 z_i 和 z_j 的像素对出现在图像 f 中由 Q 所指定的位置处的数。

按照这种方法形成的矩阵称为灰度共生矩阵。

图像中可能的灰度级数决定了矩阵 G 的大小。对于一幅 8 比特图像(256 个可能的灰度级)，G 的大小为 256×256。

满足 Q 的像素对的总数为 n，等于 G 的元素之和。因此我们有：

$$p_{ij}=\frac{g_{ij}}{n}$$

是满足 Q 的一个值为（z_i，z_j）的点对的概率估计。这些概率的值域为 1。

因为 G 取决于 Q，所以选择一个合适的位置算子并且分析 G 的元素，可以检测灰度纹理模式的存在。几个有用的描绘子包括：

1) 最大概率：是度量 G 的最强响应，值域为[0,1]：

$$f_1=\max_{ij}(p_{ij})$$

2) 相关：一个像素在整个图像上与其邻居相关程度的度量。值域是[-1,1],对应于完美的正相关和完美的负相关。如果任意一个标准差为零，则该度量无定义：

$$\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{K}\frac{(i-m_r)(j-m_c)p_{ij}}{\sigma_r\sigma_c}$$

其中的一些描述子计算如下：

$$m_r=\sum_{i=1}^{K}i\sum_{j=1}^{K}p_{ij},\ m_c=\sum_{j=1}^{K}j\sum_{i=1}^{K}p_{ij}$$

$$\sigma_r^2=\sum_{i=1}^{K}(i-m_r)^2\sum_{j=1}^{K}p_{ij},\ \sigma_c^2=\sum_{j=1}^{K}(j-m_c)^2\sum_{i=1}^{K}p_{ij},$$

3) 对比度：一个像素在整个图像上与其邻居间的灰度对比的度量。值域为 0（当 G 恒定）到$(K-1)^2$ ：

$$\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{K}(i-j)^2 p_{ij}$$

4) 一致性：值域为[0,1]的一致性度量，对于恒定的图像，一致性为 1：

$$\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{K}{p_{ij}}^2$$

5) 同质性：G 中元素对角线分布的空间紧密度的度量。值域为[0,1]，当 G 是对角矩阵时，其值最大：

$$\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{K}\frac{p_{ij}}{1+|i-j|}$$

6) 熵：G 中元素随机性的度量，当所有的 p_{ij} 项为零时熵为 0，当所有的 p_{ij} 项相等的时候，熵最大：

$$-\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{K}p_{ij}\log_2 p_{ij}$$

2> 实验内容

1. 理解图像的灰度共生矩阵的概念与计算方法。
2. 使用 MTALAB 编程实现对一幅灰度图像的灰度共生矩阵计算。

三、主要仪器设备

计算机，Matlab 软件

四、操作方法和实验步骤

具体的代码实现采用 Matlab 编程环境

五、实验数据记录和处理

在这里我们使用的原始图像如下所示：

1. 为计算灰度共生矩阵，我们需要首先定义两个像素彼此位置的算子 Q，在这里我定义这个算子为“面对右边和一个像素和面对左边的一个像素”。灰度图像的灰度级数是 256，故而我们设定的灰度共生矩阵大小为 256 ×256。

   坐标(i,j)处的值是在图像 f 内具有灰度 z_i 和 z_j 的像素对由 Q 指定的位置处出现的次数。

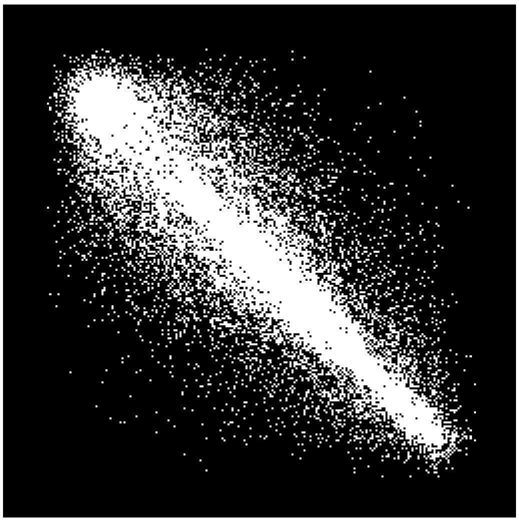
   计算实现的程序如下：

```
[R,C]=size(image);

p1=zeros(gray);
%p1是灰度共生矩阵的计算结果
%在这里位置算子Q描述的是面对像素左右两边的像素

for M=1:R
    for N=1:(C-1)
        p1(image(M,N)+1,image(M,N+1)+1)= p1(image(M,N)+1,image(M,N+1)+1)+1;
        p1(image(M,N+1)+1,image(M,N)+1)= p1(image(M,N+1)+1,image(M,N)+1)+1;
    end
end
```

通过 matlab 编程之后计算出来的灰度共生矩阵的图示如下所示：



2. 计算灰度共生矩阵的描述子：

在这里我们一共计算在原理中提到的灰度共生矩阵的 6 个描述子，它们包括：最大概率，相关，对比度，一致性，同质性，熵

在这里实现计算这几个描述子的程序如下：

```
%一致性
f1=p2.^2;
f1=sum(f1(:));

% 计算相关度f2
mr = 0;
mc = 0;
sigmar = 0;
sigmac = 0;
for i = 1:256
    mr = mr + i * sum(p2(i,:));
end
for j = 1:256
    mc = mc + j * sum(p2(:,j));
end
```

```
for i = 1:256
    sigmar = sigmar + (i-mr)^2 * sum(p2(i,:));
end
for j = 1:256
    sigmac = sigmac + (j-mc)^2 * sum(p2(:,j));
end

f2 = 0;
for i = 1:256
    for j = 1:256
        f2 = f2 + ((i - mr) * (j - mc) * p2(i,j))...
            / (sqrt(sigmar) * sqrt(sigmac));
    end
end
%计算熵f3
pp=(p2.*log2(p2+eps));
f3=-sum(pp(:));

%同质性计算f5
f4=0;
for k=1:gray
    for j=1:gray
        f4=f4+p2(k,j)/(1+abs(j-k));
    end
end

%计算对比度f6
f5=0;
for k=2:2*gray
    for i=1:k-1
        j=k-i;
        if j<=gray && i<gray
        f5=f5+(i-j)^2*p2(i,j);
        end
    end
end

%计算最大概率f7
f6 = max(max(p2));
```

对于我们实验所使用的图像，我们发现：

1> 其最大概率为 0.0038；

2> 其相关性为 0.9889，表明在图像中一个像素与其周围的像素之间的正相关度较高；

3> 其熵的值为 23.49，表明元素随机性较大，

4> 其同质性为 0.4873，表明 G 的元素并不是在对角线分布紧密

5> 其对比度为 782，表明一个像素与其邻居的灰度对比较高

6> 其一致性为 0.001，表明图像并不是恒定的灰度

六、实验结果与分析

实验中通过使用灰度共生矩阵的定义来计算灰度共生矩阵，并且从中计算提取其描述子。这个方法是建立在我们事先定义的，用来描述两个像素彼此相对位置的算子基础之上。通过描述特定的灰度级别的像素对在图像中出现的次数，可以用来对图像的纹理信息等进行描述。灰度共生矩阵的描述子能够很好地表示这

个图像的内容。比如如果在灰度共生矩阵的对角线聚集了高计数值，那么表明图像灰度值有着丰富的变化，也就是同质性的度量可以反映出来。

七、讨论、心得

本次实验的原理性主要是建立在如何利用灰度共生矩阵去提取一幅灰度图像的描述。在计算灰度共生矩阵的时候，我们应该要首先定义位置描述算子 Q。灰度共生矩阵通过这个位置描述算子，能够从一幅图像的不同方面来提取特征，例如可以通过不同的方向定义的 Q 来提取不同方向的，用来描述图像纹理的特征。并且灰度共生矩阵能够很好地描述图像的灰度变化以及丰富度等。而且他计算较为简单，可以对图像的描述起到很大的作用。