

拓展资源 10.3 实验指导



10.3.1 彩色图像颜色值的 3 个中心矩计算

1. 实验内容

选择一幅彩色 RGB 图像，分别计算它的 3 个分量的 3 个中心矩。

2. 实验原理

假如彩色图像第 i 个颜色分量的第 j 个像素的值为 p_{ij} ，图像的像素点的个数为 N ，则它的第 i 个颜色分量的 3 个中心矩分别为

$$\text{一阶中心矩: } e_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N p_{ij}$$

$$\text{二阶中心矩: } \sigma_i = \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - e_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{三阶中心矩: } s_i = \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - e_i)^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

3. 实验方法及程序

对如图 10.2 所示的彩色 RGB 图像，按照如下步骤计算它的 3 个分量的 3 个中心矩。

- (1) 得到彩色图像的 R 、 G 、 B 分量。
- (2) 分别计算各个分量的 3 个中心矩。



图 10.2 彩色 RGB 图像

其参考程序设计如下。

```
rgb=imread('i_horse743.jpg');
rgb1=double(rgb);
r=rgb1(:,:,1);
g=rgb1(:,:,2);
b=rgb1(:,:,3);
```

```

[m,n]=size(r);
er=mean(mean(r(:)))
dr1=0.0;sr1=0.0;
for i=1:m
    for j=1:n
        dr1=dr1+(r(i,j)-er)^2;
        sr1=sr1+(r(i,j)-er)^3;
    end
end
dr=sqrt(dr1/(m*n))
sr=(sr1/(m*n))^0.3333
eg=mean(mean(g(:)))
dg1=0.0;sg1=0.0;
for i=1:m
    for j=1:n
        dg1=dg1+(g(i,j)-eg)^2;
        sg1=sg1+(g(i,j)-eg)^3;
    end
end
dg=sqrt(dg1/(m*n))
sg=(sg1/(m*n))^0.3333
eb=mean(mean(b(:)))
db1=0.0;sb1=0.0;
for i=1:m
    for j=1:n
        db1=db1+(b(i,j)-eb)^2;
        sb1=sb1+(b(i,j)-eb)^3;
    end
end
db=sqrt(db1/(m*n))
sb=(sb1/(m*n))^0.3333

```

4. 实验结果

R 分量的 3 个中心矩分别为 97.6763, 42.8073, 37.3360。

G 分量的 3 个中心矩分别为 126.5447, 41.3254, 17.4322+30.1861i。

B 分量的 3 个中心矩分别为 64.9757, 39.6743, 47.3436。

5. 思考题

(1) 对参考程序给出功能注释。

(2) 将图像转换到 HSI 空间, 计算它的 H 分量的 3 个中心矩。



10.3.2 纹理的统计特征计算

1. 实验内容

选择两幅不同类型的纹理图像，分别计算它们纹理的统计度量特征。

2. 实验原理

统计法描述图像的纹理特征是最常用的方法，如用基于灰度共生矩阵、统计矩等的特性进行描述。这里采用基于灰度统计矩的特性方法。

设图像可能的灰度级数为 L ，其灰度直方图为 $h(i)$ ， $i=0, 1, \dots, L-1$ ，灰度均值为 m ，则其 n 阶中心统计矩为

$$u_n = \sum_{i=0}^{L-1} (i-m)^n h(i) \quad n=2, 3, \dots$$

式中， u_2 也称方差，是对灰度对比度的度量，可以描述直方图的相对平滑程度； u_3 表示了直方图的偏斜度； u_4 描述了直方图的相对平坦性。常见的纹理统计度量如下。

- (1) 均值： $m = \sum_{i=0}^{L-1} ih(i)$ 。
- (2) 标准偏差： $\sigma = \sqrt{u_2}$ 。
- (3) 平滑度： $R=1-1/(1+u_2)$ 。
- (4) 三阶矩： u_3/L^2 。
- (5) 一致性： $U = \sum_{i=0}^{L-1} h^2(i)$ 。
- (6) 熵： $e = \sum_{i=0}^{L-1} h(i) \log h(i)$ 。

3. 实验方法及程序

对如图 10.3 所示的两幅纹理图像，按照如下步骤分别计算它们纹理的统计度量特征。

- (1) 由图像灰度值计算得到灰度直方图和统计矩。
- (2) 由统计矩计算得到纹理的统计度量。

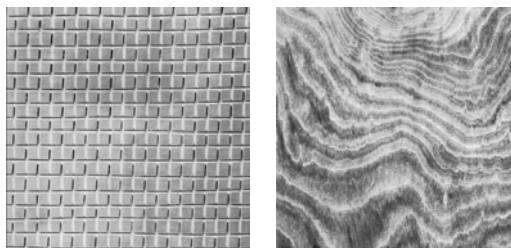


图 10.3 两幅纹理图像

其参考程序设计如下。

```
I1=imread('i_texture1.bmp');
I2=imread('i_texture2.bmp');
h=imhist(I1);
```

```

h=h/sum(h);
L=length(h);
L=L-1;
h=h(:);
i=0:L;
i=i./L;
m=i*h;
i=i-m;
nu=zeros(1,3);
nu(1)=m;
for j=2:3
    nu(j)=(i.^j)*h;
end
u1=nu(1)*L;
u2=nu(2)*L^2;
u3=nu(3)*L^3;
f1=u1
f2=u2.^0.5
f3=1-1/(1+u2)
f4=u3/(L^2)
f5=sum(h.^2)
f6=-sum(h.*log2(h+eps))
    
```

4. 实验结果与分析

实验结果如下。

第一幅纹理图像的 6 个特征分别为 165.4306, 42.9523, 0.9995, -1.6568, 0.0354, 5.2682。
第二幅纹理图像的 6 个特征分别为: 155.6999, 40.8290, 0.9994, -0.2558, 0.0432, 4.7520。

从实验结果可以看出: 两幅图像的 3 阶矩分别为-1.6568、-0.2558, 第 2 幅图像的 3 阶矩比第 1 幅大得多, 与第 2 幅图像偏斜程度较大相吻合。两幅图像的熵分别为 5.2682、4.7520, 第 1 幅图像的熵较大, 这与第 1 幅图像灰度分布有规律、熵比较大相吻合。

5. 思考题

- (1) 对参考程序给出功能注释。
- (2) 进一步分析实验结果。



10.3.3 图像边界的傅里叶描述子

1. 实验内容

对一幅灰度图像, 得到它的边界图并计算边界的傅里叶描述子。

2. 实验原理

傅里叶描述子是描述闭合边界的一种方法，它是通过一系列傅里叶系数来表示闭合曲线的形状特征的，仅适用于单封闭曲线，而不能描述复合封闭曲线。采用傅里叶描述的优点是将二维的问题简化为一维的问题。

设有一个 xy 平面内的 K 点数字边界。以任意点 (x_0, y_0) 为起点，坐标对 (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , \dots , (x_{K-1}, y_{K-1}) 为逆时针方向沿着边界遇到的点。这些坐标可以用下列形式表示： $x(k)=x_k$ 和 $y(k)=y_k$ 。用这个定义，边界可以表示成坐标的序列 $s(k)=[x(k), y(k)]$, $k=0, 1, 2, \dots, K-1$ 。再有，每对坐标对可以看成是一个复数：

$$s(k)=x(k)+jy(k)$$

式中， $k=0, 1, 2, \dots, K-1$ ，即对于复数序列， x 轴作为实轴， y 作为虚轴。尽管对序列进行了重新解释，但边界本身的性质并未改变。

对离散 $s(k)$ 的傅里叶变换 (DFI) 为

$$a(u) = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} s(k) e^{-j2\pi uk/K} \quad u=0, 1, 2, \dots, K-1$$

复系数 $a(u)$ 称为边界的傅里叶描述子。

3. 实验方法及程序

对一幅灰度图像，按照如下步骤得到边界图并计算其傅里叶描述子。

- (1) 得到图像的边界图并由此得到其 8 邻接边界点的坐标。
- (2) 得到边界点坐标的傅里叶描述子。

其参考程序设计如下。

```
A=imread('i_circle.bmp');
A=im2bw(A);
L=bwlabel(A,8);
per=bwperim(L);
L2=bwlabel(per,8);
[r,c]=find(L2==1);
rr=zeros(length(r),1);
cc=zeros(length(c),1);
rr(1)=r(1);cc(1)=c(1);
r(1)=0;c(1)=0;
dir=0;
B=zeros(length(r),2);
for j=1:1:length(r)
    [r1,c1]=find((r==rr(j)+1)&(c==cc(j)));
    [r2,c2]=find((r==rr(j)+1)&(c==cc(j)-1)));
    [r3,c3]=find((r==rr(j))&(c==cc(j)-1)));
    [r4,c4]=find((r==rr(j)-1)&(c==cc(j)-1)));
    [r5,c5]=find((r==rr(j)-1)&(c==cc(j)));
    [r6,c6]=find((r==rr(j)-1)&(c==cc(j)+1)));
    [r7,c7]=find((r==rr(j))&(c==cc(j)+1)));
```

```

[r8,c8]=find((r==rr(j)+1)&(c==cc(j)+1));
x=0;y=0;
if ~isempty(r1)
    x=r1;y=c1;dir=1;
elseif ~isempty(r8)
    x=r8;y=c8;dir=8;
elseif ~isempty(r7)
    x=r7;y=c7;dir=7;
elseif ~isempty(r6)
    x=r6;y=c6;dir=6;
elseif ~isempty(r5)
    x=r5;y=c5;dir=5;
elseif ~isempty(r4)
    x=r4;y=c4;dir=4;
elseif ~isempty(r3)
    x=r3;y=c3;dir=3;
elseif ~isempty(r2)
    x=r2;y=c2;dir=2;
end
if x==0&y==0
    break;
end
rr(j+1)=r(x);cc(j+1)=c(x);
r(x)=0;c(x)=0;
end
rr(j+1)=rr(1);
cc(j+1)=cc(1);
B=[rr,cc];
[m,n]=size(A)
E=zeros(m,n);
len=length(r)
for i=1:len
    E(rr(i),cc(i))=1;
end
subplot(1,2,1), imshow(A);
subplot(1,2,2), imshow(E);
[nr,nc]=size(B)
if nc ~= 2
    error('B must be of size nr-by-2.');
```

```

end
if nr/2 ~= round(nr/2)
    B(end+1,:) = B(end,:);
    nr = nr + 1;
end
x = 0:(nr-1);
s = ((-1).^x)';
B(:,1) = s.*B(:,1);
B(:,2) = s.*B(:,2);
B = B(:,1) + i.*B(:,2);
fd = fft(B);

```

4. 实验结果

实验图像及其边界图如图 10.4 所示。

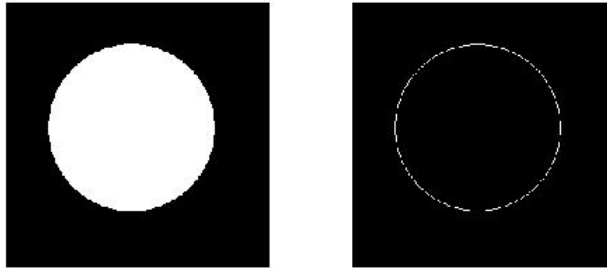


图 10.4 实验图像及其边界图

5. 思考题

- (1) 对参考程序给出功能注释。
- (2) 该实验可以应用到哪些实际问题中？



10.3.4 图像区域基本特征计算

1. 实验内容

选择一幅二值图像，分别计算它的周长、面积和重心坐标。

2. 实验原理

将图像转换为二值图像之后，区域中所有像素值为 1 的像素点的个数即为面积；所有像素值为 1 的像素点的坐标的平均值即为重心点的坐标；提取图像的边界，边界上所有像素值为 1 的像素点的个数即为区域的周长。

3. 实验方法及程序

对如图 10.5 所示的大小为 343×343 像素的二值图像，按照如下步骤计算区域基本特征。

- (1) 得到二值图像的边界。
- (2) 计算图像的区域周长、面积和重心坐标。

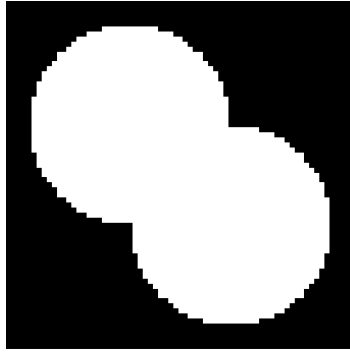


图 10.5 二值图像

其参考程序设计如下。

```

A=imread('i_binarymap.bmp');
A1=bwperim(A);
L=0;
[m,n]=size(A1);
for i=1:m*n
    if (A1(i)==1)
        L=L+1;
    end
end
L
[m,n]=size(A);
S=0;
for i=1:m*n
    if (A(i)==1)
        S=S+1;
    end
end
end
S
x=0;
y=0;
for i=1:m
    for j=1:n
        if (A(i,j)==1)
            x=i+x;
            y=j+y;
        end
    end
end
end
end
    
```


$$X=x/S$$

$$Y=y/S$$

4. 实验结果与分析

计算的结果如下。

图像区域的基本特征分别为：周长 2470 m，面积 62012 m²，重心坐标 (171.5, 171.5)。由于实验所选图像内容比较对称，所以计算得到的重心坐标正好位于图像的中心位置。

5. 思考题

- (1) 对参考程序给出功能注释。
- (2) 详细分析实验结果。