

实验五 图像分割与图像特征描述

一、实验目的

- 1、掌握阈值法图像分割的 Matlab 实现方法
- 2、掌握边缘检测的 Matlab 实现方法
- 3、掌握不变矩的形状特征描述
- 4、掌握基于频谱法的纹理图像特征描述的 matlab 实现方法

二、实验平台

计算机和 Matlab 软件环境

三、实验内容

- 1、阈值法图像分割
- 2、图像边缘检测
- 3、不变矩的形状特征描述
- 4、基于频谱法的纹理图像特征描述

四、实验原理

图像分割是把图像分成若干个特定的、具有独特性质的区域，然后提出感兴趣目标的技术和过程。

1.基于阈值法的图像分割

目标内像素的灰度值比较接近，而背景的灰度分布比较均匀。则图像的直方图出现比较明显的双峰一谷，其中一个峰的对应着目标的灰度分布，而另一个峰对应着背景的灰度分布，则可以选取谷底处的灰度值作为阈值对图像执行阈值法分割。阈值法图像分割：适用于目标与背景有较强的对比度。（若图像目标的灰度值较大而背景的灰度值较小），灰度值大于或等于某阈值的像素属于目标；灰度值小于该阈值的像素属于背景。

得到目标区像素的数值等于 1，而背景区像素的数值等于 0 的二值图像，从而实现图像的分割。基于阈值的图像分割中关键的问题是怎样选取合适的阈值对图像进行二值化。

采用迭代法寻找合适阈值的步骤：

- (1) 选择一个初始灰度阈值 T_1 ；
- (2) 根据阈值 T_1 将图像像素为 G_1 和 G_2 两组，
分别求出 G_1 和 G_2 中的像素平均灰度值 μ_1 和 μ_2 ；
- (3) 计算新的阈值 $T_2 = (\mu_1 + \mu_2) / 2$ ；
- (4) 如果 $|T_2 - T_1| < t$ (t 为预先指定的很小的正数)，终止迭代， T_2 就是所求阈值，
否则 $T_1 = T_2$ ，重复(2)和(3)

最大类间方差的阈值法图像分割：

阈值的取值从最小灰度值 0 到最大灰度值 $K-1$ ，遍历所有灰度值，使得类间方差最大时的灰度 z 即为分割的最佳阈值 T 。最大类间方差阈值法基本思想：

方差是灰度分布均匀性的一种度量，类间方差越大，说明构成图像的两部分差别越大，当部分目标错分为背景或部分背景错分为目标都会导致两部分差别变小（即使得类间方差变小），因此使类间方差最大的分割意味着使错分概率最小。

2. 基于边缘检测的图像分割

目标的边缘轮廓信息在对象的感知和识别有重要意义。目标与背景的边界处出现明显的灰度值的突变，可采用微分算法进行边缘检测，将边缘连成目标的边界轮廓线，实现图像的目标分割。基于边缘检测的图像分割：先检测图像边缘，再把边缘连接成目标边界的轮廓线。

边缘检测常用的算子有：Sobel 算子、Prewitt 算子、LOG 算子、Canny 算子等。

好的边缘检测的三个指标：低失误概率；高位置精度，检测的边缘尽可能接近真实的边缘；对每一个边缘点有唯一的响应，得到单像素宽度的边缘。

Canny 算子的边缘检测算法的具体步骤：

- (1). 采用高斯滤波平滑图像；
- (2). 对平滑后的图像计算梯度的幅值和方向；
- (3). 对梯度幅值进行非极大值抑制；
- (4). 采用双阈值法检测和连接边缘。

图像目标特征提取是指对分割以后的图像，提取图像内的物体或目标区域的特征，以方便于图像识别、分类和理解等。

3. 目标区域的不变矩的形状特征描述

基于归一化的二阶和三阶中心矩，可提取目标区域七个不变矩而构成目标形状的不变矩特征描述，当目标产生平移、旋转和尺度变化时，其不变矩描述是不变的。

4. 图像纹理特征提取

纹理图像在局部区域内可能呈现不规则性，但整体上则表现出一定的规律性，其灰度分布往往表现出某种周期性。描述纹理的平滑度、粗糙度和规律性等特性，主要的方法：统计法和频谱法等。统计法利用对图像灰度的分布和关系的统计分析来描述纹理。这种方法比较适合描述自然纹理，可提取纹理平滑度、粗糙度和规律性等特性。

频谱法的纹理特征描述

利用纹理的周期性特点，对通过傅里叶变换进行分析；若采取滤波方法滤除周期性分量，留下的非周期性纹理，可采用统计法进行描述。傅立叶频谱中谱峰位置与频谱原点连线的方向可对应纹理模式的方向；根据谱峰在频域平面的位置可计算出对应纹理的基本周期；如

果利用滤波把周期性成分滤除，剩下的非周期性部分可用统计方法描述。

由纹理图像的二维傅里叶变换谱 $F(u, v)$ ，可得出纹理图像的功率谱 $P(u, v) = |F(u, v)|^2$ ，

把纹理图像的二维傅里叶功率谱表示为极坐标形式 $P(r, \theta)$ ，纹理图像的功率谱的径向分布特性可表示为：

$$S(r) = \int_0^\pi P(r, \theta) d\theta$$

由纹理图像的功率谱的径向分布特性中的峰值所对应的位置 r_m 可计算出周期纹理的周期；

粗纹理的频谱能量分布在相对低频的区域，而细纹理的频谱能量分布在相对高频的区域。

纹理图像的功率谱沿极角方向的分布特性可表示为：

$$S(\theta) = \int_0^\infty P(r, \theta) dr$$

由纹理图像的功率谱沿极角方向的分布特性中的峰值所对应的位置 θ_m 可得到纹理的方向。

五、实验步骤

1. 基于阈值法的图像分割和边缘检测

(1) 查看图像的直方图，确定合适的阈值进行图像分割

```
clear all;

clc;

I = imread('rice3.png');

imshow(I,[]);title('原图')

figure,imhist(I,256);title('原图的直方图')

T=125;

level=T/255;

BW1=im2bw(I,level);

figure,imshow(BW1,[]);title('阈值法的图像分割')

T,
```

(2) 采用最大类间方差阈值法进行图像分割

```
clear all;
```

```

clc;

I = imread('rice3.png');

imshow(I,[]);title('原图')

figure,imhist(I,256);title('原图的直方图')

level = graythresh(I); %取最大类间方差阈值

BW1=im2bw(I,level); %图像二值化

figure,imshow(BW1,[]);title('最大类间方差阈值法的图像分割')

T=level*255;

T,

```

(3)迭代法确定阈值法进行图像分割

```

clear all;

clc;

I = imread('rice3.png');

imshow(I,[]);title('原图')

figure,imhist(I,256);title('原图的直方图')

T1=0.5*(double(min(I(:)))+double(max(I(:))));

done=false;

while ~done

    g=I>=T1;

    T2=0.5*(mean(I(g))+mean(I(~g))); %迭代法确定阈值法

    done=abs(T1-T2)<0.5;

    T1=T2;

end

level=T1/255;

BW1=im2bw(I,level);

figure,imshow(BW1,[]);title('迭代法确定阈值的图像分割')

T1,

```

(4)比较 prewitt 算子与 canny 的边缘检测效果

```

clear all;

clc;

I = imread('circuit1.tif');

BW1 = edge(I,'prewitt');

BW2 = edge(I,'canny');

imshow(I);title('原图')

figure,imshow(BW1);title('prewitt 边缘检测')

figure, imshow(BW2);title('canny 边缘检测')

```

(5)比较 sobel 算子与 canny 的边缘检测效果

```

clear all;

clc;

I = imread('circuit1.tif');

BW1 = edge(I,'sobel');

BW2 = edge(I,'canny');

imshow(I);title('原图')

figure,imshow(BW1);title('sobel 边缘检测')

figure, imshow(BW2);title('canny 边缘检测')

```

(6)比较 LOG 算子与 canny 的边缘检测效果

```

clear all;

clc;

I = imread('circuit1.tif');

BW1 = edge(I,'log');

BW2 = edge(I,'canny');

imshow(I);title('原图')

figure,imshow(BW1);title('log 边缘检测')

figure, imshow(BW2);title('canny 边缘检测')

```

2.不变矩的形状特征描述

(1)提取形状的不变矩特征,比较原目标与目标旋转后的形状特征。

```
clear all;

clc;

H=imread('horse1.gif');

imshow(H,[ ]);

F1=invmoments(H);

J=imrotate(H,90);

F2=invmoments(J);

K=imrotate(H,180);

F3=invmoments(K);

F1,

F2,

F3,
```

(2)目标缩小，比较原目标与目标缩小后的形状特征。

```
clear all;

clc;

I=imread('horse1.gif');

H=imresize(I,0.5);

J=imresize(I,0.25);

imshow(H,[ ]);

F1=invmoments(I);

F2=invmoments(H);

F3=invmoments(J);

F1,

F2,

F3,
```

(3)目标缩小并旋转，比较原目标与目标缩小和旋转后的形状特征。

```
clear all;
```

```

clc;

I=imread('horse1.gif');

H=imresize(I,0.25);

imshow(H,[ ]);

F1=invmoments(I);

J=imrotate(H,90);

F2=invmoments(J);

K=imrotate(H,180);

F3=invmoments(K);

F1,

F2,

F3,

```

(4)目标左右翻转，比较原目标与目标左右翻转后的形状特征。

```

clear all;

clc;

I=imread('horse1.gif');

H=fliplr(I);

imshow(H,[ ]);

F1=invmoments(I);

F2=invmoments(H);

F1,

F2,

```

(5)目标左右翻转并缩小，比较原目标与目标左右翻转并缩小后的形状特征。

```

clear all;

clc;

I=imread('horse1.gif');

H1=fliplr(I);

H=imresize(H1,0.5);

```

```

imshow(H,[ ]);

F1=invmoments(I);

F2=invmoments(H);

F1,

F2,

```

(6)目标上下翻转，比较原目标与目标上下翻转后的形状特征。

```

clear all;

clc;

I=imread('horse1.gif');

H=flipud(I);

imshow(H,[ ]);

F1=invmoments(I);

F2=invmoments(H);

F1,

F2,

```

3.基于频谱法的纹理图像特征描述

对具有不同的周期和方向的纹理图像，显示其频谱信息，通过功率谱的径向和角向的分布特征分析纹理图像的周期和方向。

(1)纹理图像 1 的频谱法特征描述

```

clear all;

clc;

close all;

f1=imread('texture1.tif');

[srad1,sang1,s1]=specxtexture(f1);           % 计算图像的频谱，s(r),s(a)

imshow(f1);title('纹理图像 1');

figure,imshow(s1,[]);title('纹理图像 1 的频谱');

figure,plot(srad1); title('纹理图像 1 的 s(r)曲线');

figure,plot(sang1); title('纹理图像 1 的 s(a)曲线');

```


(2)纹理图像 2 的频谱法特征描述

```
clear all;

clc;

close all;

f1=imread('texture2.gif');

[srad1,sang1,s1]=specxtexture(f1);           % 计算图像的频谱， s(r),s(a)

imshow(f1);title('纹理图像 2');

figure,imshow(s1,[]);title('纹理图像 2 的频谱');

figure,plot(srad1); title('纹理图像 2 的 s(r)曲线');

figure,plot(sang1); title('纹理图像 2 的 s(a)曲线');
```

(3)纹理图像 3 的频谱法特征描述

```
clear all;

clc;

close all;

f1=imread('texture3.gif');

[srad1,sang1,s1]=specxtexture(f1);           % 计算图像的频谱， s(r),s(a)

imshow(f1);title('纹理图像 3');

figure,imshow(s1,[]);title('纹理图像 3 的频谱');

figure,plot(srad1); title('纹理图像 3 的 s(r)曲线');

figure,plot(sang1); title('纹理图像 3 的 s(a)曲线');
```

(4)周期相同,方向不同，纹理图像的频谱法特征描述

```
clear all;

clc;

close all;

f1=imread('texture4.bmp');

f2=imread('texture5.bmp');

[srad1,sang1,s1]=specxtexture(f1);           % 计算图像的频谱， s(r),s(a)
```

```

[srad2,sang2,s2]=specxtexture(f2);

subplot(2,1,1),imshow(f1);title('纹理图像 4');
subplot(2,1,2),imshow(f2);title('纹理图像 5');
figure,subplot(2,1,1),plot(srad1); title('纹理图像 4 的 s(r)曲线');
subplot(2,1,2),plot(srad2); title('纹理图像 5 的 s(r)曲线')
figure,subplot(2,1,1),plot(sang1); title('纹理图像 4 的 s(a)曲线');
subplot(2,1,2),plot(sang2); title('纹理图像 5 的 s(a)曲线');

```

(5)周期不同，方向相同,纹理图像的频谱法特征描述

```

clear all;

clc;

close all;

f1=imread('texture5.bmp');
f2=imread('texture6.bmp');

[srad1,sang1,s1]=specxtexture(f1);           %计算图像的频谱，s(r),s(a)
[srad2,sang2,s2]=specxtexture(f2);

subplot(2,1,1),imshow(f1);title('纹理图像 5');
subplot(2,1,2),imshow(f2);title('纹理图像 6');
figure,subplot(2,1,1),plot(srad1); title('纹理图像 5 的 s(r)曲线');
subplot(2,1,2),plot(srad2); title('纹理图像 6 的 s(r)曲线')
figure,subplot(2,1,1),plot(sang1); title('纹理图像 5 的 s(a)曲线');
subplot(2,1,2),plot(sang2); title('纹理图像 6 的 s(a)曲线');

```

(6)周期不同，方向不同,纹理图像的频谱法特征描述

```

clear all;

clc;

close all;

f1=imread('texture4.bmp');
f2=imread('texture6.bmp');

[srad1,sang1,s1]=specxtexture(f1);           %计算图像的频谱，s(r),s(a)

```

```
[srad2,sang2,s2]=specxture(f2);  
  
subplot(2,1,1),imshow(f1);title('纹理图像 4');  
subplot(2,1,2),imshow(f2);title('纹理图像 6');  
  
figure,subplot(2,1,1),plot(srad1); title('纹理图像 4 的 s(r)曲线');  
subplot(2,1,2),plot(srad2); title('纹理图像 6 的 s(r)曲线')  
  
figure,subplot(2,1,1),plot(sang1); title('纹理图像 4 的 s(a)曲线');  
subplot(2,1,2),plot(sang2); title('纹理图像 6 的 s(a)曲线');
```

六、思考题

- 1、最大类间方差阈值法图像分割中，怎样确定图像分割阈值？
- 2、Canny 算子是怎样实现单像素宽度的边缘检测？
- 3、目标产生缩小或旋转时，其对应的不变矩形状描述是否变化？当目标产生平移时，为什么其对应的不变矩形状描述是不变的？
- 4、在频谱法的纹理特征描述中，怎样表征纹理图像的纹理周期和纹理方向？

七、实验报告要求

- 1、写出图像分割的基本概念，最大类间方差阈值法的基本思想，边缘检测的原理。
- 2、写出 Canny 算子的边缘检测算法的具体步骤。
- 3、回答思考题。