第五次课程作业

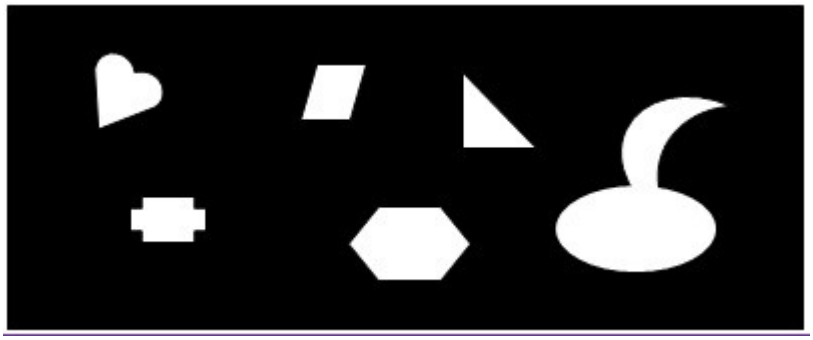
图像匹配问题

一、 问题描述

已知一个任意形状，查找在大图像中最接近的形状位置。
输入：一个小图形状和一张大图
输出：最接近的形状在大图中的位置
假设：
（1）已知形状与目标形状有一定的形变。
（2）形状与大图像均为二值图像，图中有多个形状。
要求：
建立数学模型，并编写程序实现；
查找精度高，抗噪能力强（大图像可能含有噪声），速度快。

例如，小图形状如下：

大图形状如下：



二、 问题分析

- 图像在计算机中可以二值矩阵来表示；
- 将源图像与目标图像分别二值化，我们的目的是：在目标图像中找到与源图像匹配的区域。
- 在目标图像中，以其中一个像素点为左上角，取与源图像等大小的子图，计算其与模板的误差值；逐像素地移动模板子图像的原点像素，在每一次移动的过程中计算每个子图与模板的误差值，在所有能够取到的子图中，找到与模板图最相似的子图（误差值最小）作为最终匹配结果。
- 根据结果进行优化，不断完善模型。

三、 模型假设

- 形状与目标形状有一定的形变。
- 形状与大图像均为二值图像。
- 图中有多个形状。
- 大图像中存在一定噪声。

四、 模型构成

符号	含义
Src	大小为m1xn1的源图像矩阵
Des	大小为m2xn2的目标图像矩阵
m1、n1	Src行数、列数
m2、n2	Des行数、列数
K(i,j)	在搜索图S中，以(i,j)为左上角，取MxN大小的子图
D(i,j)	K(i,j)与T(x,y)的差异值
w	旋转角度
r_src	旋转w度的源图像
(x_maxpos,y_maxpos)	最大匹配点
fin	带有fin字样的变量代表最终结果

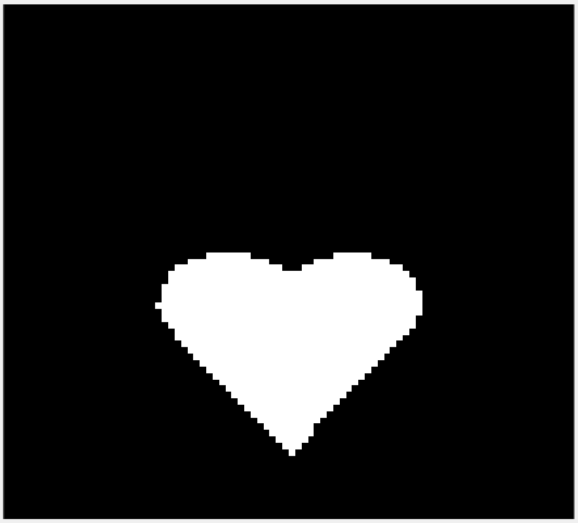
五、 模型建立与求解

5.1 源图形优化

- 根据Matlab提供的imread函数将源图像与目标图像分别读入为矩阵src，des。
- 再使用im2bw函数分别将矩阵src，des二值化。白色为1、黑色为0。
- 根据题目给出的案例，源图像的周围带有一圈白色的线条，显然这些线条的存在会对于图像匹配造成干扰，我们要把它们去掉。
- 大概思路是：从上下左右依次找到白边终止行（列）求出交点后进行裁剪。
- 给出下面的算法：

```
for(从上到下扫描)
    if（整行求和小于 n1）
        记录所在行；
    else
        跳转下一行；
for(从左到右扫描)
    if（整列求和小于 m1）
        记录所在列；
    else
        跳转右一行；
for(从下到上扫描)
    if（整行求和小于 n1）
        记录所在行；
    else
        跳转上一行；
for(从右到左扫描)
    if（整列求和小于 m1）
        记录所在列；
    else
        跳转左一行；
裁剪；
```

- 运行算法之后，白色线条去除完毕



- 如果源图像中，图形占比太小（心形），也会影响我们的匹配成功率。
- 所以我们要将图形“扣”出来。
- 大概的思路是，从上下左右逐行（列）扫描图像，找到第一条不全黑的行(列)，保留它前面的9(测试得出选取9像素，在旋转时不会失真)行像素，其余全部去掉。
- 根据白色为1、黑色为0的特点，给出下面的算法：

```
for(从上到下扫描)
    if（整行求和不等于 0）
        记录所在行；
    else
        跳转下一行；
for(从左到右扫描)
    if（整列求和不等于 0）
        记录所在列；
    else
        跳转右一行；
for(从下到上扫描)
    if（整行求和不等于 0）
        记录所在行；
    else
        跳转上一行；
for(从右到左扫描)
    if（整列求和不等于 0）
        记录所在列；
    else
        跳转左一行；
裁剪；
```

- 运行算法之后，目标图形被扣出。

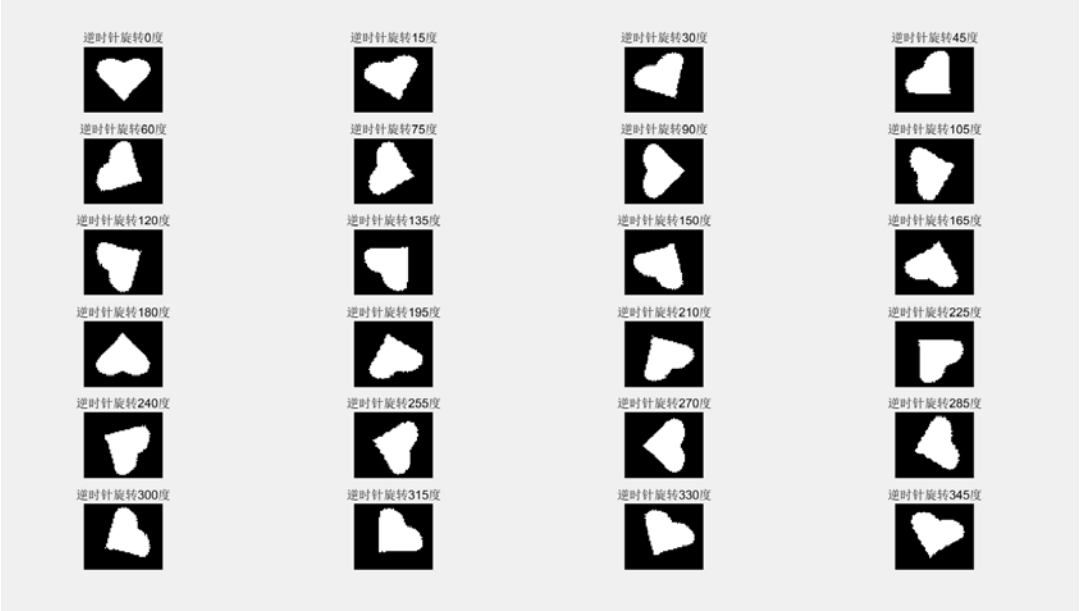
5.2 图形匹配

- 扣出图形之后还存在着目标图形被旋转的问题。
- 与几个同学讨论过之后决定用以下算法来解决该问题：

---

for(将源图像旋转 w（15，30，45 度…））
用旋转后的新图像去匹配;
找出这些匹配中的最小误差的最小值;

- 给出旋转后用来匹配的模板：



- 误差值的计算，参考于网上的算法：
- 设目的图片的des(x,y)的大小为m2*n2，模板图像src(x,y)的大小为m1*n1,则des与src的相关表示为：

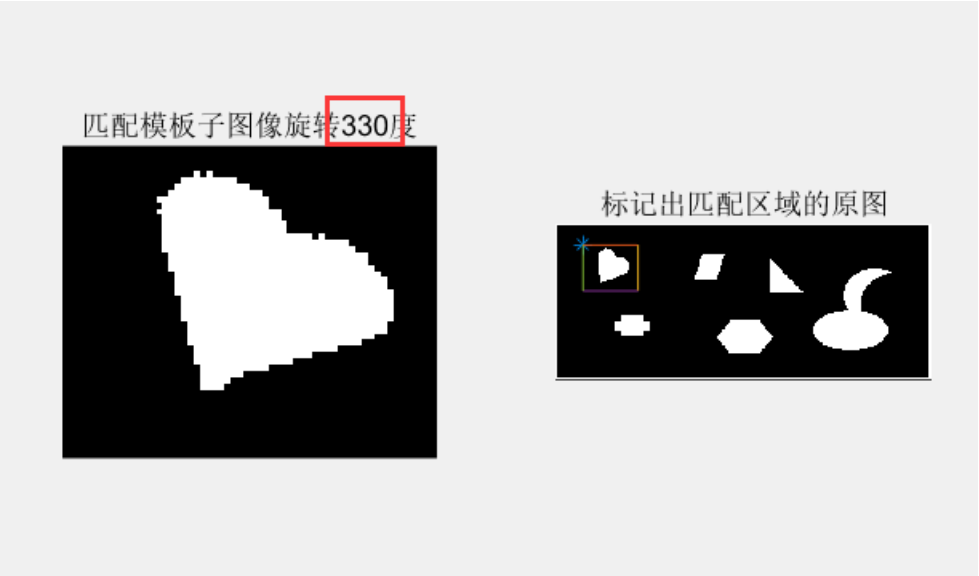
$$c(x,y)=\sum_{s=0}^{K}\sum_{t=0}^{J} src(s,t)des(x+s,y+t) \qquad (1)$$

- 其中，x=0,1,2…n-n0,y=0,1,2…m-m0,计算c(x,y)的过程就是在图像des(x,y) 中逐像素地移动模板子图像src(x,y)的原点像素,在每一次移动的过程中根据上式计算每个像素位置的相关。对式（1）的向量表达式进行归一化后如下式所示：

$$r(x,y)=\frac{\sum_{s=0}^{K}\sum_{t=0}^{J} src(s,t)des(x+s,y+t)}{[\sum_{s=0}^{K}\sum_{t=0}^{J} src^2(s,t)\cdot\sum_{s=0}^{K}\sum_{t=0}^{J} des^2(x+s,y+t)]^{1/2}}$$

5.3 模型求解

- 运行Matlab程序得到结果：



六、 模型分析

本模型根据图相匹配的基本原理—矩阵差异匹配。并在其基础上与几位同学共同探讨优化策略，并用 Matlab 代码实现，道理简单易懂，匹配准确度高，且对图片的压缩不敏感。该模型的缺点是枚举旋转各个角度的源图片，匹配速度存在欠缺。

参考博客：
https://blog.csdn.net/yi_tech_blog/article/details/70199021

七、 代码实现

- 主函数：

```
close all
clear all
clc;

src=imread('C:\Users\刘宏岩\Desktop\src.jpg');

src=im2bw(src);


des=imread('C:\Users\刘宏岩\Desktop\des.jpg');

des=im2bw(des);


src=rmwhite(src);



src=crop(src);


match(src,des);
```

去白边函数：

```
function f1=rmwhite(tmp)

[m1,n1]=size(tmp);

for i=1:m1
    if(sum(tmp(i,:))<n1)
        c1tmp=i;
        break;
    end
end

for i=1:n1
    if(sum(tmp(:,i))<m1)
        r1tmp=i;
        break;
    end
end

for i=m1:-1:1
    if(sum(tmp(i,:))<n1)
        c2tmp=i;
        break;
    end
end

for i=n1:-1:1
    if(sum(tmp(:,i))<m1)
        r2tmp=i;
        break;
    end
end

f1=tmp(c1tmp:c2tmp,r1tmp:r2tmp);
```

抠图函数：

```
function f2=crop(tmp)

[m1,n1]=size(tmp);

for i=1:m1
    if(sum(tmp(i,:))~=0)
        c1tmp=i-9;
        if(c1tmp<1)
            c1tmp=1;
        end;
        break;
    end;
end;

for i=1:n1
    if(sum(tmp(:,i))~=0)
        r1tmp=i-9;
        if(r1tmp<1)
            r1tmp=1;
        end;
        break;
    end;
end;

for i=m1:-1:1
    if(sum(tmp(i,:))~=0)
        c2tmp=i+9;
        if(c2tmp>m1)
            r1tmp=m1;
        end;
        break;
    end;
end;

for i=n1:-1:1
    if(sum(tmp(:,i))~=0)
        r2tmp=i+9;
        if(r2tmp>n1)
            r2tmp=n1;
        end;
        break;
    end;
end;

f2=tmp(c1tmp:c2tmp,r1tmp:r2tmp);
```

图像匹配函数：

```
function imgmatch=match(src,des)
Dmin=100000;
finiPos=1;
finjPos=1;
for w=0:15:350
    r_src=imrotate(src,w,'crop');

    [m2,n2]=size(des);
    [m1,n1]=size(r_src);
    result=zeros(m2-m1+1,n2-n1+1);
    vec_sub = double( r_src(:) );
    norm_sub = norm( vec_sub );
    for i=1:m2-m1+1
        for j=1:n2-n1+1
            subMatr=des(i:i+m1-1,j:j+n1-1);
            vec=double( subMatr(:));
            result(i,j)=vec'*vec_sub /
(norm(vec)*norm_sub+eps);
        end
    end

    [iMaxPos,jMaxPos]=find( result==max( result(:)));
    tmp=des(iMaxPos:iMaxPos+m1-1,jMaxPos:jMaxPos+n1-1);
    D=sum(sum(abs(tmp-r_src)));
    if(D<Dmin)
       Dmin=D;
       finiPos=iMaxPos;
       finjPos=jMaxPos;
       finw=w;
       finsrc=r_src;
    end
end
figure,
subplot(121);imshow(finsrc),title(['匹配模板子图像旋转
',num2str(finw),'度']);
subplot(122);
imshow(des);
title('标记出匹配区域的原图'),
hold on
plot(finjPos,finiPos,'*');

plot([finjPos,finjPos+n1-1],[finiPos,finiPos]);
plot([finjPos+n1-1,finjPos+n1-1],[finiPos,finiPos+m1-
1]);
plot([finjPos,finjPos+n1-1],[finiPos+m1-1,finiPos+m1-
1]);
plot([finjPos,finjPos],[finiPos,finiPos+m1-1]);
end
```