

第五次编程作业：

黄志鹏 PB16150288

实验目的

1. 通过二值形态学处理对文本图像进行长字符提取。
2. 通过二值形态学处理对文本图像进行空洞提取。
3. 通过二值形态学处理对文本图像进行边界清除。
4. 通过灰度形态学中的顶帽变换纠正阴影，并进行图像分割
5. 通过灰度形态学进行粒度测定：自动检测图像中规则圆形颗粒尺寸
6. 利用灰度形态学做纹理分割

实验原理

1. 二值形态学

在二值形态学中，一个图案被看做是 维[欧几里得空间 或网格 的[子集。

1.1 结构元素

在二值结构学中，**结构元素**为一个二值影像，作为分析影像时使用的“探针”，代表当处理影像上的某点时、要取出周围的哪些点进行运算。

以下是几个常用的结构元素(将原图写作A、结构元素写作B)：

- 待处理影像为二维类比影像，使用的结构元素B为一以原点为圆心、半径为r的圆盘。
- 待处理影像为二维类比影像，使用的结构元素B为一以原点为中心的3x3方形。
- 待处理影像为二维类比影像，使用的结构元素B为一以原点为中心的十字形，或写作。

1.2 基础运算符

二值形态学的基础运算符为具对称性的、与闵可夫斯基和直接相关的运算符。基础运算符包含膨胀、腐蚀，以及由前两者组合而成的开运算、闭运算。

1.2.1 膨胀

膨胀(Dilation)的定义为“位于某个点的探针(结构元素)是否有探测到物件？”一个影像A经过结构元素B膨胀后的结果可写为：

$$A \oplus B = \{x | B_x \cap A \neq \emptyset\}$$

其中，代表结构元素平移x后的点集合，b是图像B的元素的座标。

另外也可写为：

$$A \oplus B = \bigcup_{b \in B} A_{-b}$$

同上，其中是指二值影像 A 经过平移 $-b$ 后新的点集合。

1.2.2 腐蚀

腐蚀(Erosion)的定义为“位于某个点的探针(结构元素)是否全都有探测到物件？”一个影像 A 经过结构元素 B 腐蚀后的结果可写为：

$$A \ominus B = \{x | B_x \subseteq A\} = \bigcap_{b \in B} A_{-b}$$

1.2.3 开运算、闭运算

开运算(Opening)与**闭运算(Closing)**是使用相同结构函数的腐蚀与膨胀的组合：

开运算为先腐蚀再膨胀，

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

闭运算为先膨胀再腐蚀

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

2. 灰度形态学图像分析

2.1 腐蚀

为寻求 b 对 的腐蚀，我们把结构元的原点放在图像 的每个像素的位置。在任何位置的腐蚀由从包含在与 b 重合区域中的 的所有值中选取的最小值决定：

$$[f \ominus b](x, y) = \min_{(s, t) \in b} \{f(x + s, y + t)\}$$

2.2 膨胀

类似地，当 b 的原点位于位置 (x, y) 处时，平坦结构元 b 在任何位置 (x, y) 处对图像 f 的膨胀定义为图像 f 中 b 重合区域的最大值即：

$$[f \oplus b](x, y) = \max_{(s, t) \in b} \{f(x - s, y - t)\}$$

2.3 开操作和闭操作

开操作是先对图像进行腐蚀操作再进行膨胀操作：

$$f \circ b = (f \ominus b) \oplus b$$

闭操作是先对图像进行膨胀操作再进行腐蚀操作：

$$f \bullet b = (f \oplus b) \ominus b$$

开操作用于去除较小的明亮细节，而保持整体灰度级和较大的明亮 特征相对不变

3. 自己实验的形态学基本函数：

3.1 腐蚀函数：

```
function f = myErode(A,varargin)
    if length(varargin)==2
        s=varargin{1};
        b=varargin{2};
    else
        s=varargin{1};
        b=[];
    end
    [M,N]=size(A);
    [m,n]=size(s);

    if isempty(b)
        b=zeros(m,n);
    end
    % Processing of binary image
    g=zeros(M+m-1,N+n-1);
    f=A;
    for i=1:M
        for j=1:N
            g(i+(m-1)/2,j+(n-1)/2)=A(i,j);
        end
    end
    h=zeros(m,n);
    % Processing of Gray-scale image
    for i=1:M
        for j=1:N
            for p=1:m
                for q=1:n
                    h(p,q)=g(p+i-1,q+j-1);
                end
            end
            r=h.*s-b+(1-s)*255;
            f(i,j)=min(r(:));
        end
    end
end
```

3.2 膨胀操作：

```
function f = myDilate(A,s)
    [M,N] = size(A);
    [m,n] = size(s);
    g = zeros(M+m-1,N+n-1);
    f = A;
    for i=1:M
        for j=1:N
```

```

        g(i+(m-1)/2,j+(n-1)/2)=A(i,j);
    end
end
h=zeros(m,n);
% gray-scale image
for i=1:M
    for j=1:N
        for p=1:m
            for q=1:n
                h(p,q)=g(p+i-1,q+j-1);
            end
        end
        r=h.*s;
        f(i,j)=max(r(:));
    end
end
end
end

```

3.3 膨胀重建

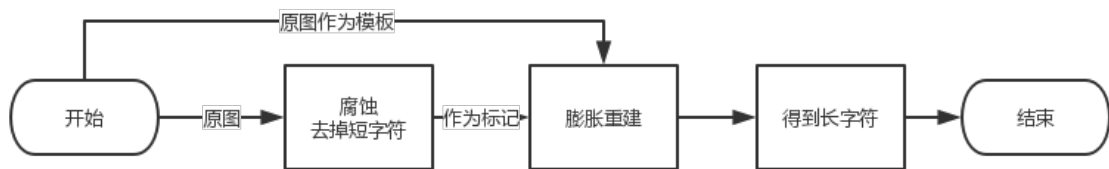
```

function [ h ] = myReconstruction( f, g, B )
% Implementation of morphological operation called reconstruction
narginchk(1,3);
nargoutchk(1,1);
if ~islogical(f) || ~islogical(g)
    error('f, g must be logical matrix');
end
if nargin == 2
    B = logical([0, 1, 0; 1, 1, 1; 0, 1, 0]);
end
h = f;
htmp = f;
flag = false;
while (~flag)
    h = logical(myDilate(htmp, B) .* g);
    flag = 1-any(any(h - htmp));
    htmp = h;
end
end

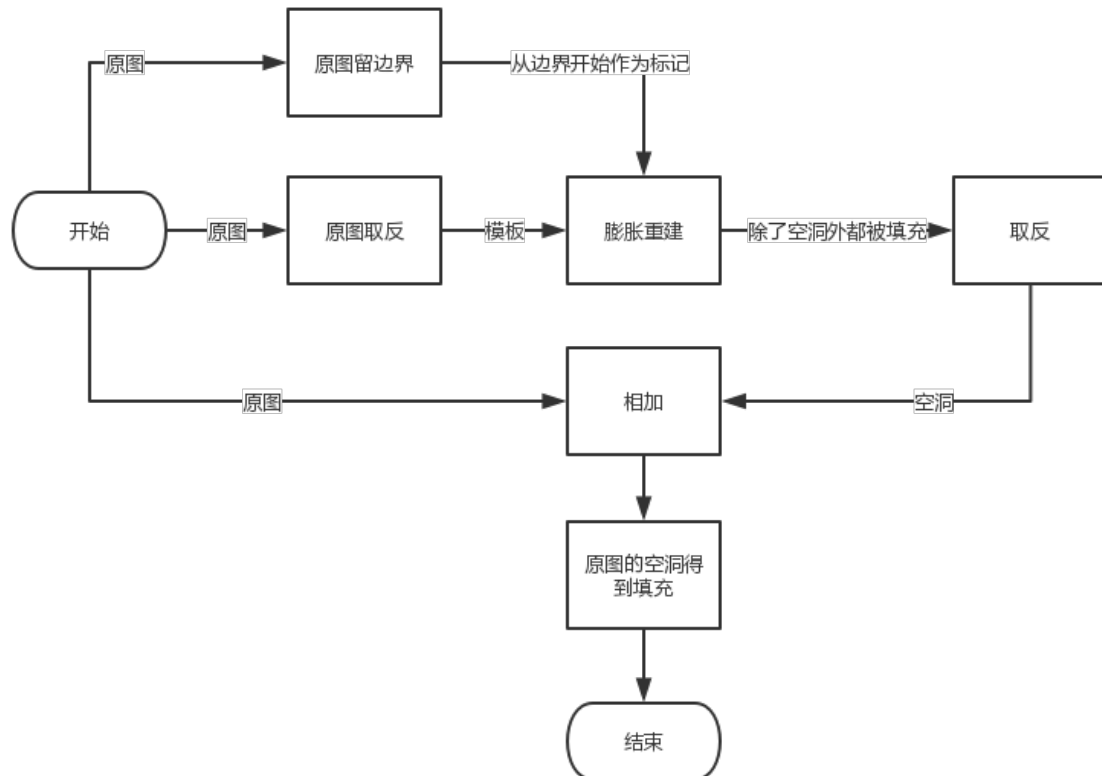
```

实验过程

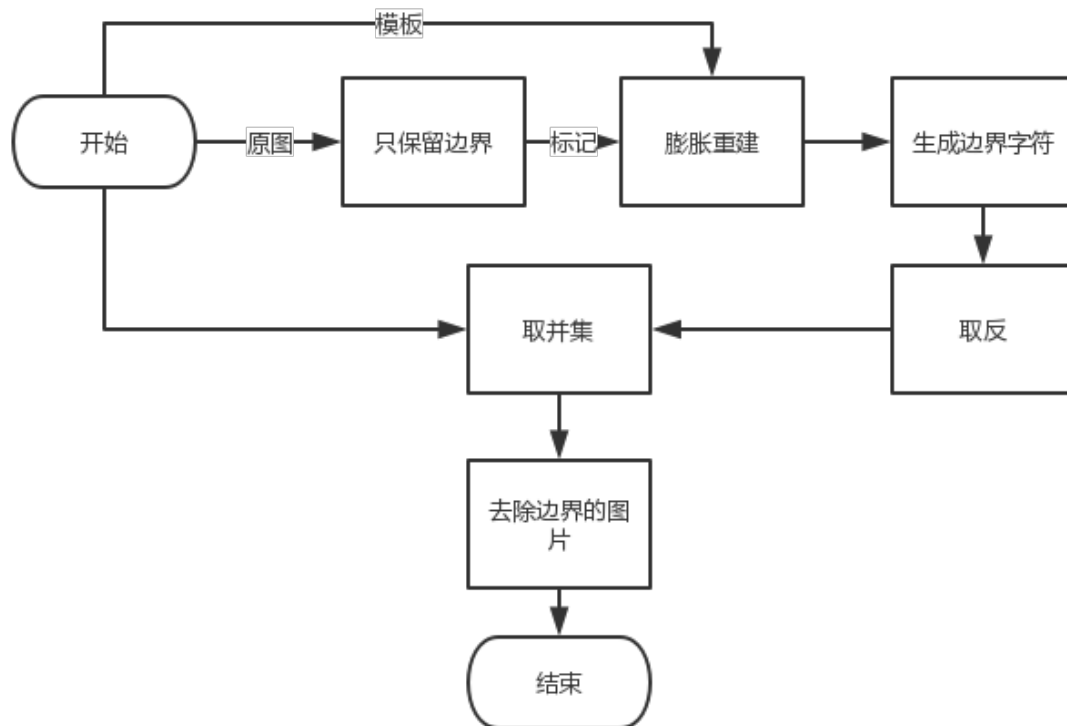
1. 二值字符图片的长字符提取



2. 二值字符图片的空洞填充



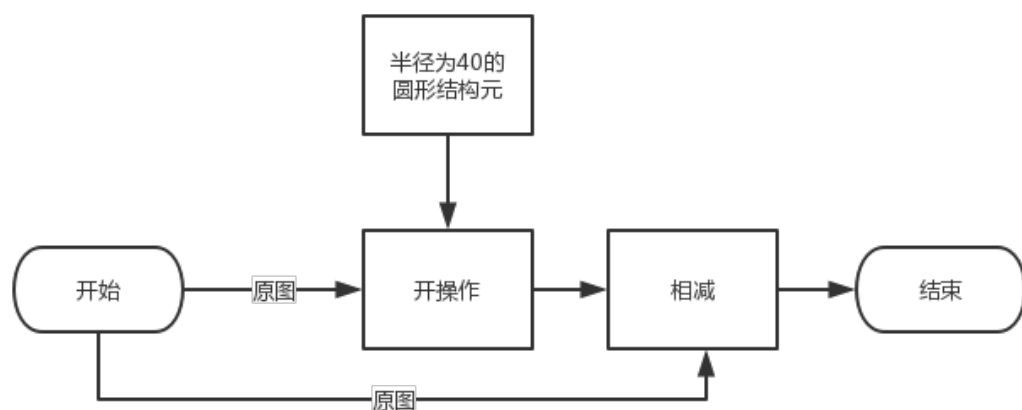
3. 二值字符图片的边界清除



4. 顶帽变换

用一个半径为40pix 的圆形结构元对原图进行开操作，然后用原图减去所得的图像，就完成了顶帽变换。

- 顶帽变换用于暗背景上的亮物体
- 顶帽变换的一个重要用途是校正不均匀光照的影响。合适(均匀)的光照在从背景中提取目标的处理中扮演核心的角色。



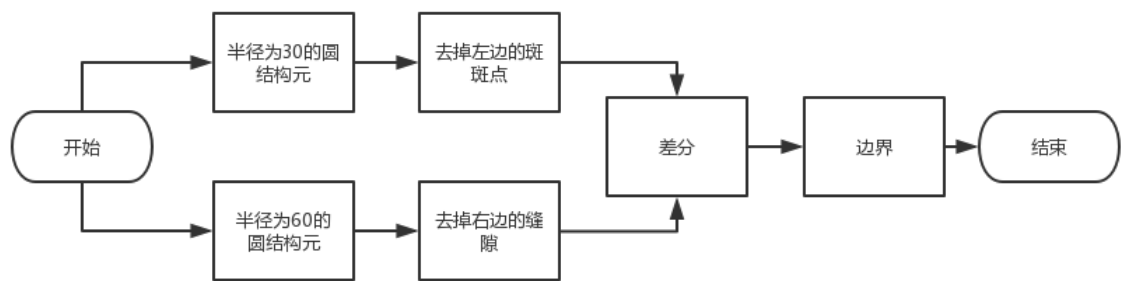
5. 粒度测定

用不同半径的圆形结构元对原图进行开操作，计算像素之和，得到不同半径下的像素和数组，做出这个数组的差分图像。在半径-差分像素图像中的每个峰值对应了原图中的圆形结构的半径大小。



6. 纹理分割

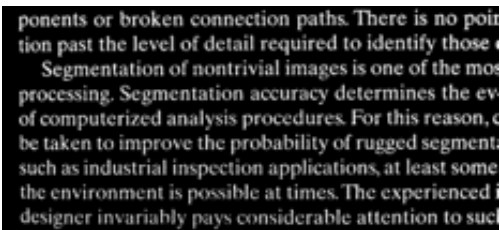
先对原图做半径为30的结构元进行闭操作，消去左边斑点，再用半径为60的结构元做开操作，弥补右边缝隙，做一个形态学差分得到边界，再加回原图。



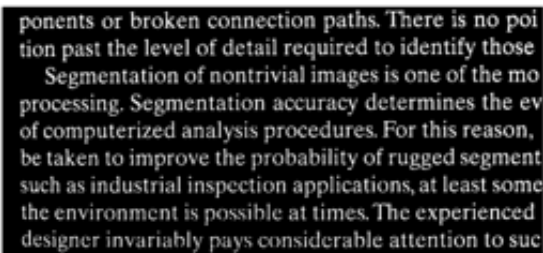
实验结果

1. 二值字符图片的长字符提取

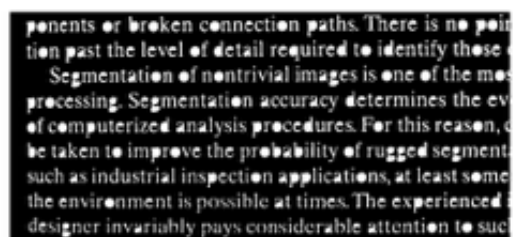
原图：



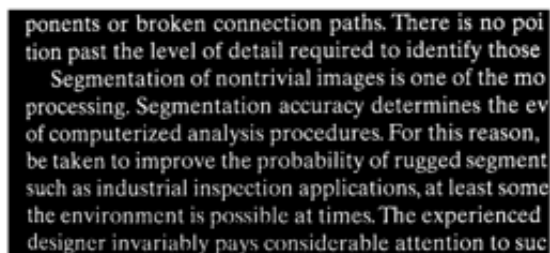
长字符提取：



2. 二值字符图片的空洞填充

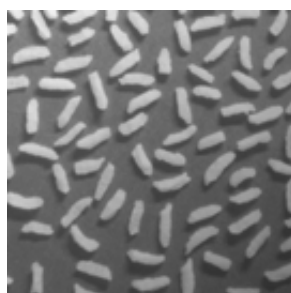


3. 二值字符图片的边界清除



4. 顶帽变换

原图：



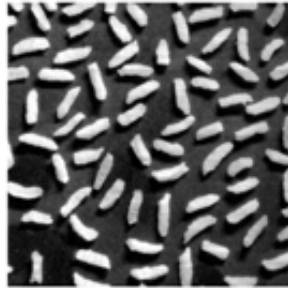
没有顶帽的阈值分割：



开操作后的图像：



顶帽变换后的图像：

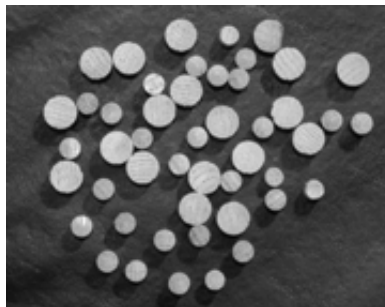


顶帽变换后的阈值分割：

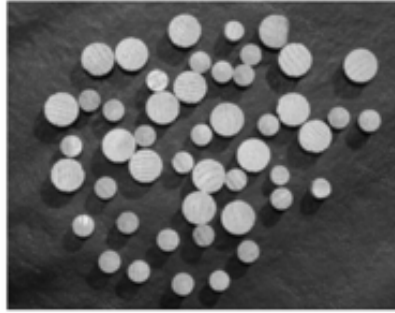


5. 粒度测定

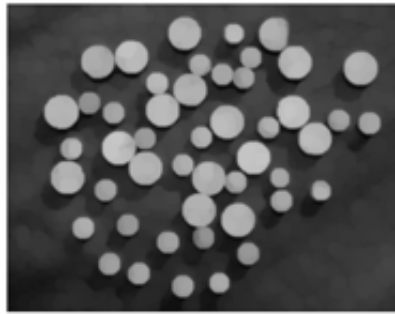
原图：



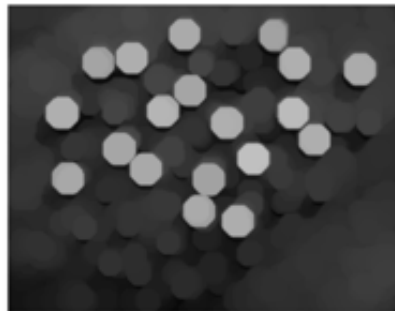
滤波后的图像：



$k = 10$:



$k = 20$:



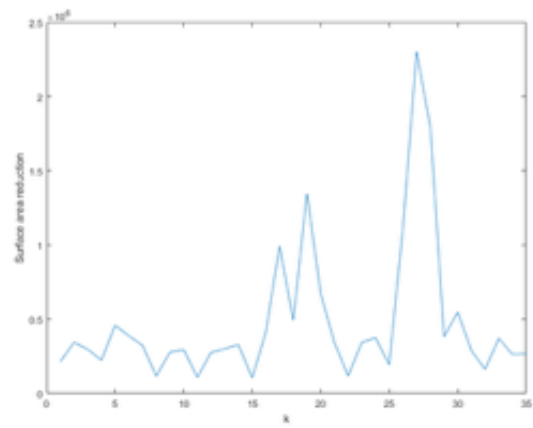
$k = 25$:



$k = 30$:

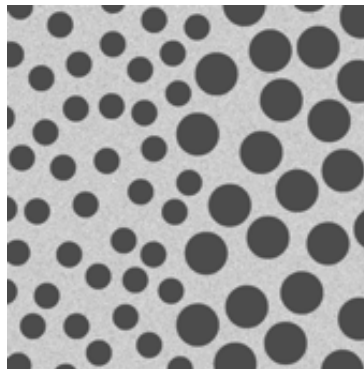


k - 像素差图像:



6. 纹理分割

原图:



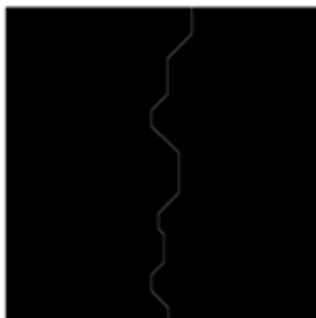
删除了小斑点:



删除了缝隙:



纹理分割结果：



结果分析

4.1 二值形态学

由实验结果可知，经过二值形态学处理后，图像确实能够分别做到提取出长字符，填充孔洞，以及把边界清除，说明实验结果良好。

4.2 顶帽变换

由两次图像分割的对比可知，由于原图上面亮，下面暗。分割之后右下角有一些信息丢失了：细菌不完整。而右上角则因为过亮，分割后引入了一些噪声。顶帽变换消除了这种不均匀性，看起来比原图亮度更均匀。而得到的分割图像也克服了原分割图像的问题。这是符合直观预测的。然而，若我们直接按照书上的步骤来，则会因为原图减去开操作的图像，若没有经过归一化处理，事实上会太暗。因此根本无法得到想要的阈值分割，反而比原来效果更差，因此正确的做法是对顶帽变换后的图像做一次归一化，再进行图像分割。

4.3 粒度测定

由实验结果可知，随着结构元半径的增大，被腐蚀掉的粒子越多，剩余的粒子越少，这和我们的直观是相符的。同时， k 越大，图像越模糊，看起来越不逼真。

另外，如果没有经过滤波，我们将得到：

得到的图像得到了不应该有的在低 k 值的峰值。

因为没有经过滤波，图像上将会有很多很小的小颗粒，结构元在处理并作出曲线时，就把这些噪声等效为实际的球体了。

4.4 纹理分割

由实验结果可知，每一步都很好地复现了教材上的结果，实验结果良好。

实验所得

这段时间各种比赛（信安国赛ctf赛/作品赛），实验有一些延后，在考试期间做了认真的复习，实验也认真的完成了，希望助教不要扣太多分。