

### (1) 随附检测结果图片

Roberts 算子：Roberts 算子利用局部差分算子寻找边缘，边缘定位精度较高，但容易丢失一部分边缘，不具备抑制噪声的能力。该算子对具有陡峭边缘且含噪声少的图像效果较好，尤其是边缘正负 45 度较多的图像，但定位准确率较差；

Sobel 算子：Sobel 算子考虑了综合因素，对噪声较多的图像处理效果更好，Sobel 算子边缘定位效果不错，但检测出的边缘容易出现多像素宽度。

Laplacian 算子：Laplacian 算子不依赖于边缘方向的二阶微分算子，对图像中的阶跃型边缘点定位准确，该算子对噪声非常敏感，它使噪声成分得到加强，这两个特性使得该算子容易丢失一部分边缘的方向信息，造成一些不连续的检测边缘，同时抗噪声能力比较差，由于其算法可能会出现双像素边界，常用来判断边缘像素位于图像的明区或暗区，很少用于边缘检测；

Marr 算子：由于先进行了高斯滤波，因而可以一定程度上克服噪声的影响。它的局限性在于以下两个方面：可能产生假边缘、对一些曲线边缘的定位误差较大。

Canny：效果最好的边缘检测算子，检出的边缘较完整，连接程度好，定位精度高，误判率低。

(2) Roberts 和 Sobel 算子用一个阈值来滤除噪声或颜色变化引起的小的梯度值，而保留大的梯度值。随着这个梯度阈值的变化保留的梯度也会变化。当梯度值增大时，被保留的梯度大，获得的边缘轮廓不连续，保留的边缘少。而梯度值减小时，保留的边缘多，易受噪声的影响。

Canny 算法应用双阈值，即一个高阈值和一个低阈值来区分边缘像素。如果边缘像素点梯度值大于高阈值，则被认为是强边缘点。低于低阈值的像素点会被认为不是边缘。在低阈值和高阈值之间的像素点，若与强边缘像素点相邻，则被认为是边缘，否则被认为不是边缘。

若提高高阈值会使得保留的边缘少，图像的细节越少，不易受噪声影响。若降低低阈值图像会保留的边缘多，图像的细节多，而同时易受噪声影响。

(3) 观察图像可以看出零交叉算子对于噪声比较敏感，易将背景中的噪声识别为边缘。而梯度边缘检测算子检测结果存在厚边界，对于不易受噪声的影响。

### (4) 根据边缘追踪结果，各类边缘提取算法都较难得到封闭轮廓

## 2 随附检测结果图片

(1) 通过观察图像可以看出，通过高斯平滑后，边缘提取得到的锐化程度降低。对于 Sobel 与 laplacian 算法来说，通过比较  $3*3$  的模板与  $5*5$  的模板边缘检测结果可以明显看出， $3*3$  的高斯模板图像锐化程度更高，显得图像的亮度更高，边缘更为清晰明显。且较小模板的平滑边缘检测结果保留的图像信息更多，检测得到的边缘更多。当检测模板大于  $7*7$  时，Sobel 与 laplacian 算法的检测结果没有什么变化。

而对于 canny 算法来说，对复杂图像的边缘提取效果并不好。当高斯模板较小是保留的图像信息较多，canny 算子能够检测出图像中的大部分边缘，而当高斯模板逐渐增大，图像平滑程度大，canny 算子检测得到的边缘越来越少

(2) 随着模板增大，由噪声产生的边缘减少，图像中保留的信息减少

## 3

噪声和不均匀的照明产生的边缘间断的影响，使得经过边缘检测后得到的边缘像素点很少能完整地描绘实际的一条边缘

## 4

明显可见，sobel 算子的边缘提取受噪声的影响大，会提取出很多假阳性细节边缘。

可对于该椒盐噪声图片使用较大模板进行中值滤波后再进行 sobel 边缘检测，可以得到更好的效果。检测结果见附件