

# Convolution（边缘检测）

采用二维数字滤波方法来进行图像处理，如采用高通滤波器有助于突出边缘轮廓和图像细节部分，而用低通滤波器可以减少图像噪声。

高通滤波：边缘提取与增强

低通滤波：边缘平滑

边缘区域的灰度变换加大，也就是频率较高。所以，对于高通滤波，边缘部分将被保留，非边缘部分将被过滤；对于低通滤波，边缘区域将被平滑过渡。

## 一、边缘检测

直观上，边缘是一组相邻像素的集合，他们位于两个不同区域之间。而从根本上来说，边缘是基于某种算法得到的具有特定特征的点的集合。

## 灰度差分

由于边缘检测中的灰度微分通常利用邻域差分得到，为了方便表示，我们对邻域灰度微分运算的结果统一称为灰度差分。

### 1、常规边缘检测原理

边缘检测的算法通常通过对邻域内像素灰度求一阶导数、二阶倒数及梯度来实现，这些计算经过化简的结果成为算子。

### 2、梯度算子（Gradient）

梯度算子是针对图像  $2 \times 2$  邻域的处理，梯度算子通过对邻域内像素灰度求水平和垂直方向差分得到。

### 3、Roberts 算子

同梯度算子一样都是针对图像  $2 \times 2$  邻域的处理，Roberts 算子是求对角线像素灰度的差分，因此 Roberts 算子也叫交叉差分算子。

**Roberts 算子特点是边缘定位准，对噪声敏感。**

## 4、Prewitt 算子：采用 3x3 模板

在边缘检测中，有时不希望对所有边缘都进行检测，而是只检测某种类型的边缘，这就需要边缘进行筛选。例如只想找出源图像中水平方向的边缘或与水平方向成 45 度叫的边缘，这就是需要使用带方向的边缘检测。若把图像像素的灰度看做高度，可以把图像想象成一块高低不平的丘陵，其中灰度较高的像素在较高处，灰度低的像素在较低处，那么图像的边缘可看作丘陵中较陡的斜坡，而边缘的方向就是斜坡的方向。以 45 度为区间，可以把图像的边缘分为 8 个方向，使用带方向的边缘检测就是为了在检测中区分它们。

带方向的边缘检测同样需要检测对邻域内像素灰度求差分，与常规边缘检测不同的是，带方向的边缘检测不仅要考虑邻域像素的灰度跃变，还要考虑跃变的方向。常用的带方向边缘检测模板有 3 种,分别是 Prewitt、Robinson、和 Kirsch。

**Prewitt 算子：平均、微分对噪声有抑制作用。**

## 5、Sobel 算子

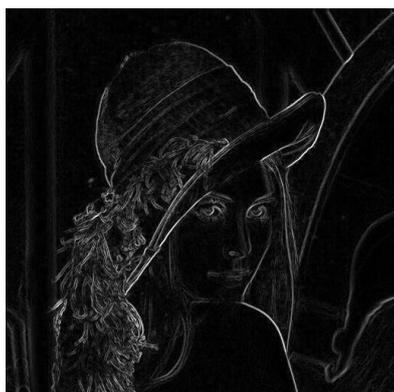
Sobel 算子是针对图像 3x3 邻域的处理，它的原理是先后在水方向和垂直方向上对邻域灰度求差分，然后取两个差分的平均值或其中较大者，通常我们使用两个差分的较大者。

**Sobel 算子在实际中最常用。**

Sobel > Roberts > Gradient > Prewitt 以下为图像处理的结果



Lena 原图



Lena Gradient



Lena Roberts



Lena Sobel



Lena Prewitt

## 6、Canny 边缘检测——最优的阶梯型边缘检测算法

### (1) 基本原理

图像边缘检测必须满足两个条件：

- 一能有效地抑制噪声；
- 二必须尽量精确确定边缘的位置。

根据对信噪比与定位乘积进行测度，得到最优化逼近算子。这就是 Canny 边缘检测算子。

## 二、边缘检测算法的基本步骤

(1) 滤波。边缘检测主要基于导数计算，但受噪声影响。但滤波器在降低噪声的同时也导致边缘强度的损失。

(2) 增强。增强算法将领域中灰度有显著变化的点突出显示。一般通过计算梯度幅值完成。

(3) 检测。但在有些图像中梯度幅值较大的并不是边缘点。最简单的边缘检测是梯度幅值阈值判定。

(4) 定位。精确确定边缘的位置。

