

# HOMEWORK 1:

## 图像边缘检测与分类

大数据原理与技术 (SPRING 2025)

22336226 王泓沣

Lectured by: Changdong Wang  
Sun Yat-sen University

## 1 问题描述

用 Python+OpenCV 实现以下功能:

- 任选一张图像, 使用边缘检测算法 Sobel 检测图像边缘。展示原图像和分割后的图像。
- 选择一种机器学习方法 (支持向量机 (SVM)、决策树等) 和一种深度学习方法 (MLP、CNN 等), 实现图像分类, 数据集任选 (如 MNIST、CIFAR-10), 对比两种方法的准确率和计算效率。

## 2 Sobel 边缘检测

### 2.1 Sobel 边缘检测算法

Sobel 算法通过对灰度图像进行卷积运算计算图像亮度的梯度, 从而识别图像中明显的边缘区域。

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

**G<sub>x</sub>**

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

**G<sub>y</sub>**

Figure 1: Sobel 卷积因子

设  $A$  为代表图像灰度的矩阵,  $G_x, G_y$  分别代表经横向及纵向边缘检测的图像灰度值, 则

$$\begin{aligned} G_x &= \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * A \\ &= f(x+1, y-1) + 2f(x+1, y) + f(x+1, y+1) - f(x-1, y-1) - 2f(x-1, y) - f(x-1, y+1) \\ G_y &= \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * A \\ &= f(x-1, y-1) + 2f(x, y-1) + f(x+1, y-1) - f(x-1, y+1) - 2f(x, y+1) - f(x+1, y+1) \end{aligned}$$

其中  $f(x, y)$  为图像在点  $(x, y)$  处的灰度值

## 2.2 Result

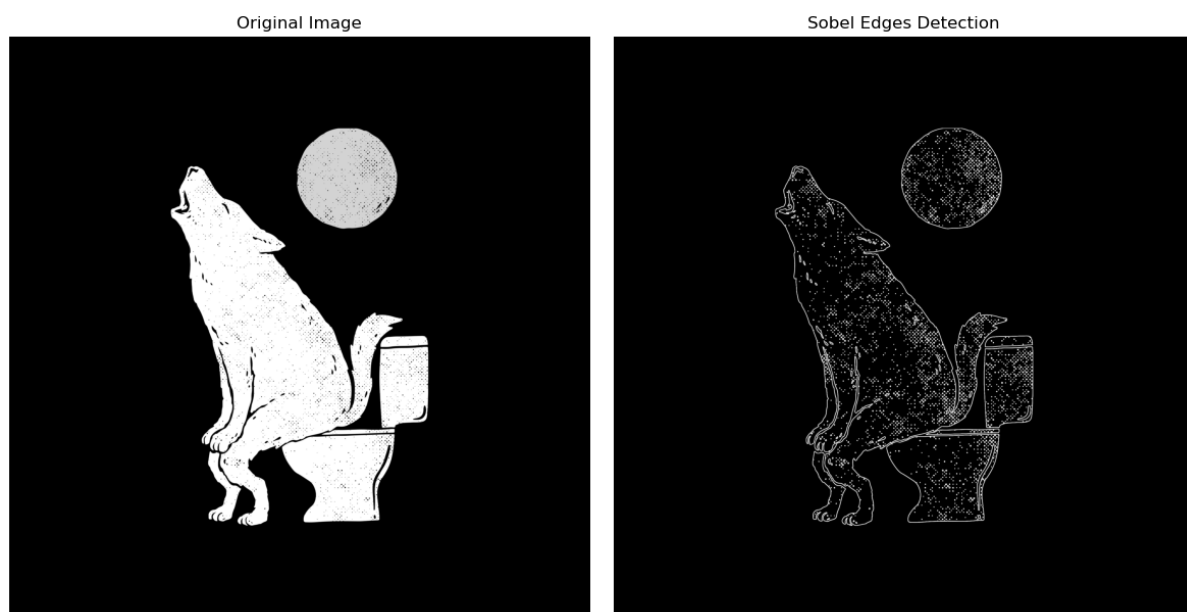


Figure 2: Sobel 图像分割结果

## 3 图像分类对比

### 3.1 SVM

采用 RBF 核（高斯核函数），通过在无穷维中衡量样本和样本之间的相似度（距离），实现线性可分

$$K(x, y) = e^{-\gamma \|x - y\|^2}$$

对于新样本  $x$ ，最终通过与已有样本  $x_i$  计算决策函数  $f(x) = \sum_{i=1}^n a_i y_i K(x, x_i) + b$  实现训练和测试

### 3.2 CNN

输入为  $N$  个单通道（灰度）的  $28 \times 28$  矩阵，CNN 网络由两个卷积块和一个分类器构成。两个卷积块均包括一个卷积层，一个激活函数和一个最大池化层，分类器包含一个展开层和两个全连接层，全连接层间随机丢弃 50% 的神经元以防止过拟合，最终输出一个 10 维向量用于分类。

### 3.3 Result

Method	Acc	Time(s)
SVM	0.9565	12.7
CNN	0.9885	49.2

Table 1: MNIST 数据集分类结果