

Sobel 算法在车牌识别系统中的改进与实现

刘 锦¹ 杨 顺¹ 余焕明² (1.辽宁工程技术大学 电信学院 辽宁 葫芦岛 125105;

2.河北科技大学 信息科学与工程学院 河北 石家庄 050000)

摘 要: 经典 Sobel 算法是图像边缘检测中常用的方法之一,但在车牌识别系统中也检测出了很多的噪声点和造成了车牌字符的断裂,加大了后期车牌提取和字符识别的难度,降低了车牌定位的精确度。针对车牌识别系统,对 Sobel 算子进行了改进,在实际运行中取得了良好的车牌定位效果和很强的抗干扰能力,并能在最大程度上保持字符的完整性。

关键词: Sobel 算子;边缘检测;边缘跟踪;车牌识别;图像预处理

Improvement and Realization of Sobel Algorithm in License Plate Recognition System

LIU Jin¹, YANG Shun¹, YU Huan-Ming²

(1.College of Information and Electronic Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China;

2.Department of Information and Engineering, Hebei University of Technology, Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: Classic Sobel algorithm is commonly used in edge detection. However, it has detected a lot of noise points and created broken license plate characters, which increased the difficulty of extracting license plate and characters, recognition, and reduced the accuracy of license plate location. In this paper, Sobel algorithm has been improved for license plate recognition system. The improved Sobel algorithm has achieved good results of license plate location and it has good anti-interference capability. And it can maintain the integrity of the characters to a large extent.

Keywords: Sobel algorithm; edge detection; edge tracking; license plate recognition; image pre-processing

1 引言

图像边缘是图像的基本特征之一,它蕴含了丰富的内在信息(如方向,阶跃性质与形状等),并广泛应用于图像分割、图像分类和模式识别中。边缘是指图像灰度发生空间突变或者在梯度方向上发生突变的像素的集合。图像的边缘可以划分为阶跃状边缘和屋顶状边缘,其中阶跃状边缘两边的灰度值有明显的变化;而屋顶状边缘在灰度增加和减小的交界处^[1]。边缘信息存在于目标与背景、目标与目标、区域与区域、基元与基元之间。

用摄像机、数码相机、摄像头所采集到的车辆图像由于受到环境光线、拍摄存储过程中的噪声干扰以及车辆本身的污损等影响,使得所获取的图像质量较差。因此,在进行对汽车牌照的定位及字符识别之前

需要先对车辆图像进行预处理,改善图像的质量,使其易于后期的处理和识别。通过良好的边缘检测算法可以大幅度的降低噪声、分离出复杂环境中的车辆图像、保留完好的车牌字符信息,方便后期的车牌精确定位与字符识别。

2 经典Sobel边缘检测算法^[1]

人们通常把某一像素点的邻域看作一个灰度级的变化带,根据该变化带的灰度变化率和方向来描述此像素点是否落在图像的边缘上,从而通过对局部信息进行分析来检测边缘。Sobel 边缘检测算子是在以像素点为中心的邻域内做灰度加权运算,根据该点是否处于极值状态来进行边缘的检测,其本质上是一种梯

度幅度。 $f(x, y)$ 为像素点的灰度值， f_x 为水平方向上的梯度， f_y 为垂直方向上的梯度。

Sobel 边缘检测算子定义为 $S(i, j) = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ 或

$$S(i, j) = \max\{|f_x|, |f_y|\}$$

$$f_x = (f(i-1, j-1) + 2f(i-1, j) + f(i-1, j+1))$$

$$- (f(i+1, j-1) + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1))$$

$$f_y = (f(i-1, j-1) + 2f(i, j-1) + f(i+1, j-1))$$

$$- (f(i-1, j+1) + 2f(i, j+1) + f(i+1, j+1))$$

f_x 和 f_y 可采用如下的卷积模板来描述，两个模板分别负责检测水平和垂直边缘。

$$f_x : \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad f_y : \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Sobel 边缘检测算子是综合图像每个像素点的上、下、左、右邻点灰度的加权和，接近模版中心的权值较大。适当选取阈值门限 τ ，如果 $S(i, j) > \tau$ ，则认为点 (i, j) 是边缘点。

3 对Sobel算法的改进设计

Sobel 算法的特点是计算简单，速度快，可产生一般的边缘效果，且对噪声具有平滑作用。但 Sobel 算子也检测出了许多伪边缘，使得边缘比较粗，降低了检测定位的精度^[1]。同时它只采用了两个方向模板，只能检测出水平和垂直方向上的边缘，导致所检测出来的边缘有断裂现象；而且认为凡灰度新值大于或等于阈值的像素点都是边缘点，这种判定依据在车牌识别系统中是不合理的，对于纹理复杂的车辆图像，其边缘检测效果很差。这些缺陷会在车牌识别系统中造成车辆图像中含有噪声太多、车牌定位难度大、车牌字符模糊等不良影响。本文对 Sobel 算法进行了改进，设计出了可适应复杂背景环境，在干扰很严重的场合中也能准确提取出车牌图片的 Sobel 算法。

本文主要做出如下三方面的改进来弥补经典 Sobel 算法在车牌识别系统中的不足。

3.1 对车辆图像进行预处理

Sobel 算法的缺点决定了直接用该算法检测含噪声、低对比度的车辆图像，效果很差。本文先对图像进行了预处理。在预处理模块中采用了加权平均法图像灰度化、迭代法图像二值化、图像中值滤波处理的优化算法组合。

灰度化公式^[2]： $R = G = B = \omega_r R + \omega_g G + \omega_b B$ 当 ω_r 取 30%， ω_g 取 59%， ω_b 取 11%、时，所得到的灰度图

像最为合理。

迭代法二值化方法^[3]：设 Z_1, Z_2 分别为由图像直方图确定的灰度最大值和最小值， T_k 为初始阈值， Z_A 和 Z_B 分别为被初始阈值分割成的目标和背景两部分的平均灰度值。 $Z(i, j)$ 为 (i, j) 点的灰度值， $N(i, j)$ 是 (i, j) 点的权重系数，一般取 $N(i, j) = 1.0$ 。然后求出新阈值 T_{k+1} 。

若 $T_k = T_{k+1}$ 则迭代结束，否则 $K+1 \rightarrow K$ ，转到第二步继续进行迭代。所用得到公式如下：

$$T_k = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \tag{1}$$

$$Z_A = \frac{\sum_{Z(i,j) < T_k} Z(i,j) * N(i,j)}{\sum_{Z(i,j) < T_k} N(i,j)} \tag{2}$$

$$Z_B = \frac{\sum_{Z(i,j) > T_k} Z(i,j) * N(i,j)}{\sum_{Z(i,j) > T_k} N(i,j)} \tag{3}$$

车辆图像经过上述预处理前后的效果对比图 1, 2 所示：



图 1 原始车辆图像



图 2 预处理后的车辆图像

3.2 增加六个方向的检测模板^[4]

由于 Sobel 算子并不是各向同性，所得的边缘并非完全连通，存在一定程度的断裂，而这将极大的影响后期车牌的精确提取。本文将 Sobel 算子的边缘检测方向模板由两个增加到八个^[5]，分别为 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$ 。增添的六个模板设计如下表 1 所示。

表 1 增加的六个方向检测模板设计

$\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$
45°边缘方向	135°边缘方向	180°边缘方向
$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \\ 2 & -1 & 0 \end{bmatrix}$
225°边缘方向	270°边缘方向	315°边缘方向

3.3 采用边缘跟踪的方法来排除噪声点

因为噪声点也会引起像素灰度值的跳变,造成该点灰度新值大于或等于阈值。所以本文采用边缘跟踪的方法来判别该像素点到底是边缘点,还是噪声点。

边缘跟踪的基本思想是:图像边缘均具有方向和幅度两个特征,垂直于边缘方向,像素灰度值变化剧烈,而沿着边缘方向,像素灰度值变化平缓。物体的边缘是连续平滑的,沿任何一边缘点方向,总可找到灰度值和方向相差很小的另一边缘点。而噪声点是随机的,任一噪声点沿边缘方向都很难找到灰度值和方向相差很小的另一噪声点。利用这一思想,可以将实际边缘点与噪声点区分开。为了能更准确地判别一个像素点是否为边缘点,一般是沿着边缘方向连续的跟踪 N 个像素点,经过大量的实验,在此取 $N=3$ 时可获得最佳的效果。

具体做法:假设有三个像素点 x_1, x_2, x_3 是已经被检测出灰度新值大于或等于阈值的像素点,其方向分别为 1 方向、2 方向、3 方向。在此以判别 x_1 点为例。假设 $f(x_1), f(x_2), f(x_3)$ 分别为 $f(x)$ 在 x_1, x_2, x_3 三个点上的新灰度值, TH 为给定的阈值, $\theta(x_1, x_2)$ 为 x_1, x_2 的方向差, $\theta(x_2, x_3)$ 为 x_2, x_3 的方向差。

沿 x_1 点的方向 1,找到下一点 x_2 ,若该点的新灰度值满足式 $|f(x_1) - f(x_2)| > TH$ (4) 且满足式 $|\theta(x_1, x_2)| > 90^\circ$ (5) 则 x_1 像素点是噪声点,而非边缘点,反之, x_1 像素点可能是边缘点,继续跟踪下一点。

沿 x_2 点的方向 2,找到下一点 x_3 ,若该点的新灰度值满足式 $|f(x_2) - f(x_3)| > TH$ (6) 且满足式 $|\theta(x_2, x_3)| > 90^\circ$ (7) 则由以上可判断像素点为噪声点,不是边缘点,反之则像素点是边缘点。

4 改进的Sobel检测算法的实现步骤

1) 将二维矩阵 X 表示的 $M \times N$ 大小的数字图像用 8 个方向模板按公式(8)逐点进行卷积运算,并将八个卷积的最大值,赋给图像中对应模板中心位置的像素,并作为该像素的新灰度值,则最大值所对应模板的方向就为该像素点的边缘方向;

$$Y_i = T_i * X_i' \quad (8)$$

$$Y_{\max} = \max(Y_i) \quad (9)$$

其中: T_i 表示上述 8 个方向模板中的第 i 个模板,因为 T 是 3×3 的邻域模板,所以 X_i' 是图像 X 中的一个 3×3 的邻域; Y_{\max} 表示 3×3 的邻域中间像素点新的灰度值, Y_{\max} 的方向就是该像素点的边缘方向;

2) 通过取适当的阈值 TH ,若任一像素的新灰度值 $\geq TH$,则把该点置为边缘点,否则为非边缘点;

3) 对初步确定出的边缘点,来进行连续三个点的边缘跟踪,去掉噪声点,确定真正的边缘点,这样就可以检测出一条完整的图像边缘。

5 实际边缘检测结果与结论

本文在经典的 Sobel 算法的基础上又增加了 6 个方向模板,因此可检测出多个方向上的边缘点,有效的解决了车牌图像不连贯,车牌字符断裂的问题;同时,由于对初步确定出的边缘图像,采用了边缘跟踪的方法,从而可排除因噪声所引起的伪边缘点,极大的提高了后期车牌定位的准确度。从采用本文算法的实际车牌识别系统运行结果图 3 中,可以看到改进后的 Sobel 边缘检测算法,具有很强的抗干扰能力,定位准确,适用于从噪声严重,纹理复杂的车辆图像中提取完整的车辆轮廓信息和车牌信息,并能保留最大程度的保持完好的字符信息。



图 3 改进 sobel 算法检测的边缘图像

参考文献

- 1 李弼程,彭天强,彭波.智能图像处理技术.北京.电子工业出版社,2004.151 - 154.
- 2 周燕.实时车牌识别研究及其在智能交通中的应用[硕士学位论文].重庆:重庆大学,2008.
- 3 姚敏.数字图像处理.北京.机械工业出版社,2006.244 - 245.
- 4 汪敬贤.图像边缘检测的改进方法.辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2008,27(2):55 - 57.
- 5 刘彩.一种改进的 sobel 图像边缘检测算法.贵州工业大学学报,2004,33(1):77 - 79.