

文章编号: 1671-8879(2004)03-0024-06

用图像处理的方法检测公路路面裂缝类病害

李晋惠

(西安工业学院 计算机科学与工程学院, 陕西 西安 710032)

摘要: 公路路面裂缝类病害是公路路面的主要病害之一。在对公路路面裂缝类病害的检测中, 将 CCD 摄像机作为探测系统安装在一个专用测试车上, 对路面进行扫描, 得到路面图像。构造了 8 个方向的 Sobel 模板对路面裂缝类病害图像进行边缘检测, 边缘检测处理后, 结合加权的邻域平均噪声滤除算法和 Ostu 图像分割算法对病害图像进行处理。处理结果相对于其他经典算法, 裂缝边缘宽度较细, 并且裂缝的边缘保护很好, 裂缝边缘的连续性也比较好。用图像处理的方法检测公路路面裂缝类病害, 检测精度和检测效果都比较满意。

关键词: 道路工程; 公路; 路面; 裂缝; 检测; CCD; 图像处理

中图分类号: U418.66; TP391.41 **文献标识码:** A

Pavement crack diseases detecting by image processing algorithm

LI Jin-hui

(School of Computer Science and Engineering, Xi'an Institute of Technology, Xi'an 710032, China)

Abstract: The crack disease is one of the main diseases of pavement. Installing the CCD camera on a test car to scan the pavement, and get the images of pavement. Because there are many kinds of diseases, the detecting of the diseases is difficult. A new Sobel algorithm was structured in eight directions to detect the crack edges. The crack disease images were detected by the noise filtrating algorithm of neighborhood weighted averaging and Ostu image fractionating algorithm. The results show that the width of crack edge detected by the new algorithm is more thin than the one detected by other classic algorithms. The edges of cracks are properly protected and the images of cracks are clear and continuous. The detecting precision and effectiveness of the new algorithm are good for the detecting of pavement crack diseases.

Key words: road engineering; highway; pavement; crack; detecting; CCD; image processing

0 引言

公路路面裂缝类病害是公路路面的主要病害之一^[1]。在对公路路面裂缝类病害的检测中, 将 CCD 摄像机作为探测系统安装在一个专用测试车上, 对路面进行扫描, 得到路面图像。通过对公路

路面图像的分析, 检测路面病害, 这种方法已经在国外的公路检测中得到应用。由于公路路面裂缝类病害的类型多样且复杂, 有横向裂缝、纵向裂缝和不规则裂缝, 因此对病害的识别与测量都是很复杂的过程。

图像最基本的特征是边缘, 它是图像分割所依

收稿日期: 2003-05-05

基金项目: 陕西省教育厅重点科研计划项目(99JK157); 陕西省科技厅科技计划项目(2000X06)

作者简介: 李晋惠(1962—), 女, 山西太原人, 西安工业学院教授。

©1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

赖的最重要的特征,也是纹理特征的重要信息源和形状特征的基础。对于公路裂缝类病害图像,一方面由于裂缝的方向性比较复杂,另一方面图像噪声比较严重,所以对于边缘检测算法、噪声的滤波算法以及图像分割算法等的实现,都需要进行认真的分析与设计。

通过构造 8 个方向的 Sobel 算子模板对图像进行 Sobel 边缘检测、结合加权的邻域平均噪声滤除算法和 Ostu 图像分割算法对公路路面裂缝类病害图像进行检测,得到了比较好的检测效果。

1 边缘检测算法

1.1 梯度算子^[2]

对阶跃边缘,在边缘点其一阶导数取极值。由此,对数字图像 $\{f(i, j)\}$ 的每个像素取它的梯度值

$$G(i, j) \triangleq \sqrt{\Delta_x f(i, j)^2 + \Delta_y f(i, j)^2}$$

适当取门限 TH_g 作如下判断:若 $G(i, j) > TH_g$, 则 (i, j) 点为阶跃状边缘点, $\{G(i, j)\}$ 称为梯度算子的边缘图像。在有些问题中,只对边缘位置感兴趣,把边缘点标以“1”,非边缘点标以“0”,形成边缘二值图像。

1.2 Sobel 算子^[3]

对阶跃边缘, Sobel 提出一种将方向差分运算与局部平均相结合的检测边缘点的算子,即 Sobel 算子。图 1 所示的 2 个卷积核形成了 Sobel 边缘算子。对数字图像 $\{f(i, j)\}$ 的每个像素,都用这 2 个核做卷积,一个核对通常的垂直边缘响应最大而另一个对水平边缘响应最大。Sobel 算子考察它上、下、左、右邻点灰度的加权差,与之接近的邻点权大。该算子是在以 $f(i, j)$ 为中心的 3×3 领域上计算 x, y 方向的偏导数,定义 Sobel 算子如下

$$\begin{aligned} S_x &= \{f(i+1, j-1) + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1)\} - \{f(i-1, j-1) + 2f(i-1, j) + f(i-1, j+1)\} \\ S_y &= \{f(i-1, j+1) + 2f(i, j+1) + f(i+1, j+1)\} - \{f(i-1, j-1) + 2f(i, j-1) + f(i+1, j-1)\} \end{aligned}$$

2 个卷积的最大值作为该点的输出值

$$S(i, j) \triangleq \max(|S_x|, |S_y|)$$

适当取门限 TH_s , 作如下判断:若 $S(i, j) > TH_s$, 则 (i, j) 为阶跃状边缘点。 $\{S(i, j)\}$ 为边缘图像

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

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

图 1 Sobe(边缘算子)

1.3 Laplacian 算子^[2]

对阶跃状边缘,二阶导数在边缘点出现零交叉,即边缘点两旁二阶导函数取异号,据此,对数字图像 $\{f(i, j)\}$ 的每个像素,取它关于 x 轴方向和 y 轴方向的二阶差分之和

$$\begin{aligned} \nabla^2 f(i, j) &\triangleq \Delta_x^2 f(i, j) + \Delta_y^2 f(i, j) = \\ &f(i+1, j) + f(i-1, j) + f(i, j+1) + f(i, j-1) - 4f(i, j) \end{aligned}$$

这是一个与边缘方向无关的边缘点检测算子。由于我们关心的是边缘点位置而不是其周围的实际灰度差,因此,一般都选择与方向无关的边缘检测算子。若 $\nabla^2 f(i, j)$ 在 (i, j) 点发生零交叉,则 (i, j) 为阶跃边缘点

对屋顶状边缘在边缘点的二阶导数取极小值。据此,对数字图像 $\{f(i, j)\}$ 的每个像素取它的关于 x 方向和 y 方向的二阶差分之和的相反数,即 Laplacian 算子的相反数

$$\begin{aligned} L(i, j) &\triangleq -\nabla^2 f(i, j) = -f(i+1, j) - f(i-1, j) - f(i, j+1) - f(i, j-1) + 4f(i, j) \end{aligned}$$

其中, $\{L(i, j)\}$ 称作为边缘图像。

1.4 Marr 算子

考虑到噪声的影响, Marr 提出首先对原始图像作最佳平滑,再用 Laplacian 算子对平滑结果用提取零交叉点的方法作边缘检测。对原始图像,选择二维正态函数

$$G(r) = \left[\frac{1}{2\pi\sigma^2} \right] \exp(-r^2/2\sigma^2)$$

式中: r 为以滤波像素 (i, j) 为中心的极坐标表示的半径; σ^2 为方差。

用 $G(r)$ 对原始图像 $\{f(i, j)\}$ 作卷积,得到平滑后的图像

$$I(i, j) = G(r) * f(i, j)$$

在上述常用的算法中,梯度算子基本思想简单,运行速度较快,但是梯度算子只有水平和垂直两个方向的模板,其模板方向仅表示灰度变化的梯度方向,而不是图像的实际边缘方向。Sobel 算子运行速度较快,能滤除一些噪声,去掉部分伪边缘,并可提供最精确的边缘方向估计。同时, Sobel 边缘检测算

子在检测斜向阶跃边缘时具有较好的效果。但是它也是主要有水平和垂直两个方向的模板,算法的有向性,不能对路面病害中的不规则裂缝进行有效的识别与检测。Laplacian 和 Marr 算子在进行边缘检测在边缘检测中首先对原始图像作了平滑,降低了噪声的影响,并且算子无方向性。但是,由于对图像的平滑使得算子对边缘的定位不精确,处理后的边缘像素数目较多。

由于裂缝类病害的类型包括横向裂缝、纵向裂缝和不规则裂缝,边缘可能在各个角度方向存在梯度,因此,构造了 8 个方向的模板对图像进行 Sobel 边缘检测。该算法在边缘检测中是各向同性的。

算法实现的基本思想是:构造如图 2 所示的 8 方向模板,对图像进行逐点计算,并且取最大值作为该点的新的灰度值,该最大值对应模板所表示的方向为该像素点的边缘方向^[4]。边缘检测处理后,裂缝边缘精度为 2 个像素。

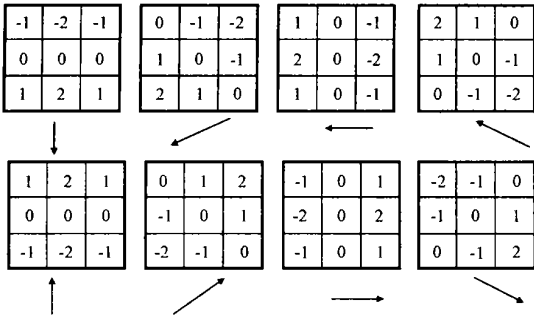


图 2 8 方向模板的边缘算子

2 图像平滑算法

2.1 邻域平均法

邻域平均法是简单的空域处理方法,这种方法的基本思想是用几个像素灰度的平均值来代替每个像素的灰度。假定有一幅 $N \times N$ 个像素的图像 $f(x, y)$, 平滑处理后得到一幅图像 $g(x, y)$ 。 $g(x, y)$ 由下式决定

$$g(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{m, n \in S} f(x, y) \quad (1)$$

式中: $x, y = 0, 1, 2, \dots, N-1$; S 为 (x, y) 点邻域中点的坐标的集合,但其中不包括 (x, y) 点; M 为集合内坐标点的总数。

式(1)说明,平滑化的图像 $g(x, y)$ 中的每个像素的灰度值均由包含在 (x, y) 的预定邻域中的 $f(x, y)$ 的几个像素的灰度值的平均值来决定。

邻域平均法的空域思想使得算法的思想简单、清晰。处理结果表明,邻域平均算法对抑制噪声是有效

的。但是,随着邻域的增大,图像的模糊程度也愈加严重,而且在突出裂缝的边缘特征上也没有帮助。

2.2 中值滤波法

中值滤波是一种最常用的非线性处理技术,它是一种邻域运算,能抑制图像中的噪音。它是基于这样一种特性:噪音往往以孤立的点的形式出现,这些点对应的像素数很少,而图像则是由像素数较多、面积较大的小块组成的。

中值滤波器去噪音的效果要依赖于两个相关的但完全分开的要素:邻域的空间范围、及中值计算中涉及的像素数。它类似于卷积,但计算的不是加权求和,而是把邻域中的像素按灰度级进行排序,然后选择该组的中间值作为输出像素值。对于一个 $N \times N$ 的中值滤波器(这里的 N 是个奇数),若某输入像素的灰度级大于或等于邻域中 $(N^2 - 1)/2$ 个像素的灰度级且小于或等于邻域中 $(N^2 - 1)/2$ 个像素的灰度级,则该像素的灰度级就作为输出灰度级^[5]。

与领域平均的效果相比,中值滤波有以下优点:①降低噪声的效果比较明显;②在灰度值变化比较小的情况下可以得到很好的平滑效果;③降低了图像边界部分的模糊程度。

2.3 自适应平滑算法^[6]

自适应平滑滤波无论是对灰度图像处理,还是距离图像和平面曲线图像处理都是非常有效的,它是利用一种小的平均加权模板与图像进行迭代卷积,该模板的权系数是由对应点的信号的连续性,即作为像素点梯度的函数来决定。

自适应平滑方法的优点是:平滑滤波的迭代运算使信号的边缘得到锐化,此时再进行边缘检测,可以得到很高的边缘定位精度;经过多次迭代运算,图像按边缘分块实现自适应平滑,但不会使边缘模糊;应用自适应平滑滤波得到一种新的图像尺寸空间描述。

但是它也有很多不足之处:虽然锐化了区域间的边缘,但模糊了区域内的边缘,并随着迭代次数的增加直至消失;从算法公式可知,它的运算的复杂程度很高。

2.4 加权的邻域平均算法

以上算法的共同缺点是对图像进行噪声滤除的同时对图像中的细节部分有不同程度的破坏。而对路面裂缝类病害的检测中,对裂缝边缘的保护是一个必须要考虑的问题。采用加权的邻域平均算法对图像进行噪声滤除,不仅能够有效地平滑噪声,还能够锐化模糊图像的边缘。

加权的邻域平均算法的基本思想是:在一个邻

域内,除了可以利用灰度均值外,灰度的上偏差和下偏差也能够提供某些局部信息。算法的计算公式描述如下,用 $f(x,y)$ 表示原始图像, $g(x,y)$ 为平滑后点 (x,y) 的灰度值, $V_{x,y}$ 表示以点 (x,y) 为中心的邻域,该邻域包含 N 个像素, $m(x,y)$ 表示邻域 $V_{x,y}$ 内的灰度均值。

则修正的邻域平均法由下式给出

$$g(x,y)=\begin{cases} m-a\cdot m_l; & N_l>\max\{N_g,N_0\}\\ m+a\cdot m_g; & N_g>\max\{N_l,N_0\}\\ m; & \text{else} \end{cases}$$

式中: a 为修正系数,它取值范围为 0 到 1,它的大小反映 $V_{x,y}$ 中的边缘状况。

一般说来,在灰度均匀的区域,或者直线边缘恰好通过领域的中心(此时中心点的灰度值应当等于边缘两侧的灰度平均值), N_g 将近似等于 N_l , a 应当取较小的值。当 N_g 与 N_l 相差较大时, a 应当取较大的值。 a 的定义如下

$$a=\begin{cases} 1-\left(\frac{N_g}{N_l}\right)^{\gamma}; & N_l>\max\{N_g,N_0\}\\ 1-\left(\frac{N_l}{N_g}\right)^{\gamma}; & N_g>\max\{N_l,N_0\}\\ 0; & \text{else} \end{cases}$$

式中: $\gamma>0$, 其中上偏差以 $m_g(x,y)$ 表示,定义为灰度值大于邻域均值 m 的各像素的灰度平均值与 m 之差;下偏差以 $m_l(x,y)$ 表示,定义为邻域均值 m 与灰度值小于 m 的各像素的灰度平均值之差。

分别以 N_g, N_0, N_l 代表 $V_{x,y}$ 内灰度值大于、等于、小于 m 的像素数,则有

$$N_g+N_0+N_l=N$$

并且灰度的上偏差 $m_g(x,y)$ 和下偏差 $m_l(x,y)$ 可以分别表示为

$$m_g=m_g(x,y)=\frac{1}{N_g}\sum_{(k,l)\in V_{x,y},f(k,l)>m}f(k,l)-m$$
$$m_l=m_l(x,y)=m-\frac{1}{N_l}\cdot\sum_{(k,l)\in V_{x,y},f(k,l)<m}f(k,l)$$

式中: m 为邻域 $V_{x,y}$ 内的灰度均值,其定义如下

$$m=m(x,y)=\frac{1}{N}\sum_{(k,l)\in V_{x,y}}f(k,l)$$

指数 γ 的大小直接影响上式的性能。 γ 越小,对噪声的平滑作用越强, γ 越大,其锐化作用越强。一般在噪声较强的情况下,噪声干扰对图像质量的影响比较突出,所以 γ 应当取较小的值;反之,在噪声较弱和图像细节较多的情况下, γ 应当取较大的值。

2.5 不同滤波算法的处理效果

从图 3 可以看出中值滤波可以将裂缝与背景的

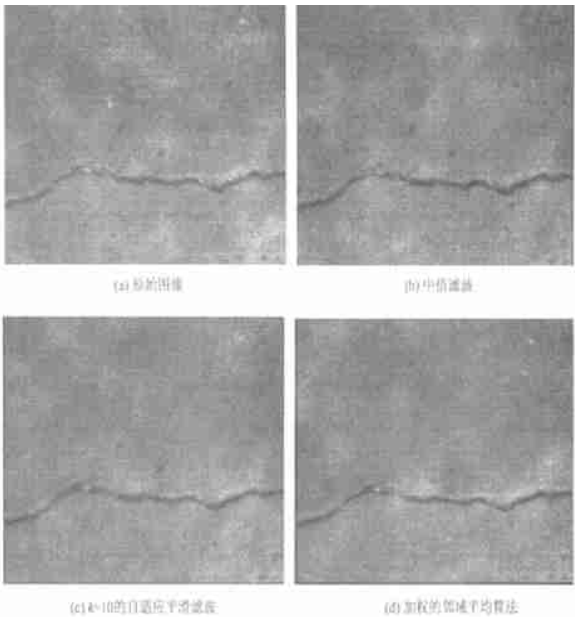


图 3 不同滤波算法的处理

对比度增大,而且将不需要的细节特征滤除,滤除噪声的效果也比较明显,但是对突出裂缝的边缘并没有很好的帮助。自适应平滑可以较好的保存住图像的原始数据,但是却模糊了裂缝的边缘。而加权的邻域平均算法虽然对边缘有一定的破坏,但却锐化了裂缝边缘,为进一步边缘检测作了充分的准备。

实验中, γ 取 1, 分别使用 $3\times 3, 5\times 5, 7\times 7$ 和 9×9 邻域的加权邻域平均算法对采集图像进行处理,处理效果如图 4 所示。图 4 分别是横向裂缝图像在邻域的加权邻域平均算法的噪声滤除处理,并经边缘检测和图像分割后的二值图。

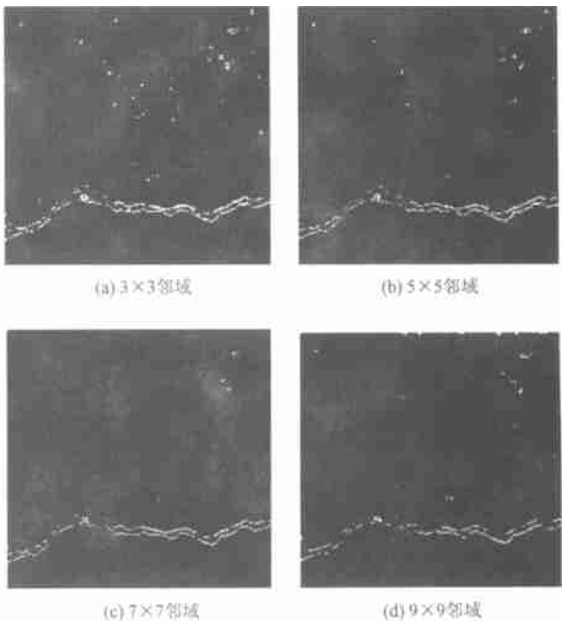


图 4 不同邻域下加权邻域平均算法处理效果

从图 4 可以看出,随着所选邻域的增加,算法对图像噪声的滤除能力加强,同时,大邻域的噪声滤除也显示出其不足点就是对图像边缘的保护能力减弱,造成图像边缘的模糊和裂缝的断续现象,为后续的边缘测量工作带来困难。并且,由于大邻域的噪声滤除算法选择的窗口大,造成计算量的增加,导致算法的运算时间增加。显然,大邻域较好的噪声滤除效果是以牺牲边缘清晰度和算法的运算速度来实现的。因此,需要在噪声的滤除效果和图像边缘保护、算法的运算速度之间寻求一个较好的折中方案。经过多次实验结果比较和分析表明,7×7 邻域的加权邻域平均算法的综合效果较好。

3 图像分割

为了辨识和分析图像中的目标,需要将它们从图像中分离提取出来,在此基础上才有可能进一步对目标进行测量和对图像进行利用。图像分割就是指把图像分成各具特色的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程。图像分割也是一种关键的图像分析技术,选取合适的分割阈值是阈值化算法的关键问题。阈值一般可写成如下形式

$$T = T[x, y, f(x, y), p(x, y)]$$

式中: $f(x, y)$ 为在像素点 (x, y) 处的灰度值; $p(x, y)$ 为在该点邻域的某种局部性质。

换句话说,阈值 T 在一般情况下可以是 (x, y) , $f(x, y)$ 和 $p(x, y)$ 的函数。

使用由 Ostu 提出的最大类间方差法进行图像分割。Ostu 准则分割原理如下:^[7, 8]

设一幅图像的灰度等级范围为 $[1, 2, \dots, L]$, 对应灰级 i 的像素为 n_i , 整幅图像总个数 $N = n_1 + n_2 + \dots + n_L$, 则对应灰级 i 的像素概率分布为

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad P_i \geq 0 \quad \sum_{i=1}^L P_i = 1$$

若整幅图像以灰度级 k 为阈值,且分为两类 C_0 与 C_1 。其中 C_0 类灰级范围 $[1, \dots, k]$, C_1 类为 $[k+1, \dots, L]$ 。这两类概率为

$$w_0 = P_r(C_0) = \sum_{i=1}^k P_i = w(k)$$

$$w_1 = P_r(C_1) = \sum_{i=k+1}^L P_i = 1 - w(k)$$

这两类的均值分别为

$$u_0 = \sum_{i=1}^k iP_r\left\{\frac{i}{C_0}\right\} = \sum_{i=1}^k i \frac{P_i}{w_0} = \frac{u(k)}{w(k)}$$

$$u_1 = \sum_{i=k+1}^L iP_r\left\{\frac{i}{C_1}\right\} = \sum_{i=k+1}^L i \frac{P_i}{w_1} = \frac{u_r - u(k)}{1 - w(k)}$$

$$\text{其中 } w(k) = \sum_{i=1}^k P_i \quad u(k) = \sum_{i=1}^k iP_i$$

整幅图像总的均值为

$$u_T = u(L) = \sum_{i=1}^L iP_i$$

这两类的方差分别为

$$\sigma_0^2 = \sum_{i=1}^k (i - u_0)^2 P_r\left\{\frac{i}{C_0}\right\} = \sum_{i=1}^k (i - u_0)^2 \frac{P_i}{w_0}$$

$$\sigma_1^2 = \sum_{i=k+1}^L (i - u_1)^2 P_r\left\{\frac{i}{C_1}\right\} = \sum_{i=k+1}^L (i - u_1)^2 \frac{P_i}{w_1}$$

这样有 $w_0u_0 + w_1u_1 = u_T$ 成立,在此 Ostu 定义类内方差

$$\sigma_w^2 = w_0\sigma_0^2 + w_1\sigma_1^2$$

类间方差

$$\sigma_w^2 = w_0(u_0 - u_r)^2 + w_1(u_1 - u_r)^2 = w_0w_1(u_1 - u_0)^2$$

总的方差

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=1}^L (i - u_T)^2 P_r$$

Ostu 准则即:最优的阈值灰度级 k^* 满足下式

$$\sigma_0^2(k^*) = \max_{1 \leq k \leq L} \sigma_0^2(k)$$

对当前图像采用最大类间方差算法进行图像分割,得到裂缝的最终二值化图像。如图 5 所示。

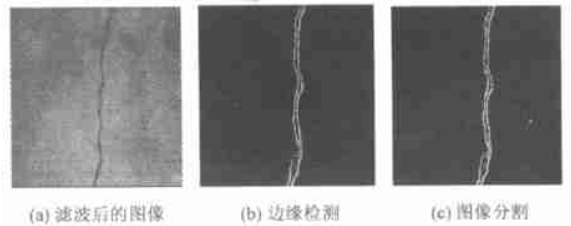


图 5 采用最大类间方差算法进行图像分割

4 算法比较

下面将本文的算法与一些经典的算法的处理结果进行比较。

图 6(a)是裂缝病害的原图,图 6(b)是对原图采用 Kirsch 算子进行边缘检测并经二值化的处理结果,图 6(c)和图 6(d)是对原图分别采用 Prewitt 算子和 Sobel 算子进行边缘检测并经二值化的处理结果。与图 6(e)本文采用的算子相比,可以发现采用以上三种经典边缘检测算子处理后的裂缝边缘较粗,并且裂缝的边缘连续性不好,即算法没有对裂缝的边缘进行有效的保护。而本文采用的 8 方向 Sobel 边缘检测算法,结合加权的邻域平均噪声滤除算法和 Ostu 图像分割算法的处理结果如图 6(e)所示,该

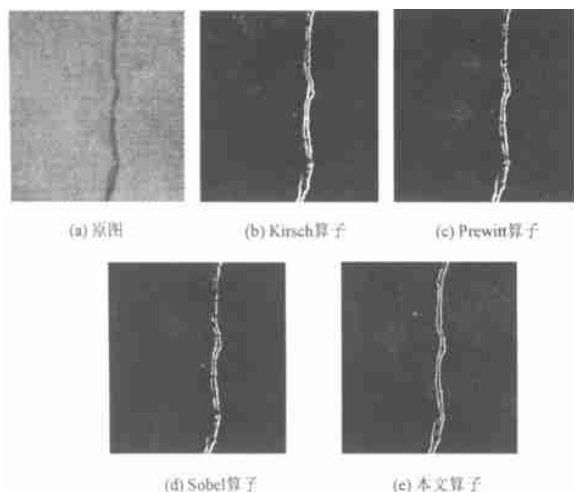


图 6 本文算法与经典算法的处理结果比较

处理结果裂缝边缘宽度较细(2 个像素), 并且裂缝的边缘保护很好, 裂缝边缘之间断续情况较少。

5 结 语

公路路面病害是多样且复杂的, 而对公路路面病害进行自动识别和检测也是一件比较困难的事情。本文只对裂缝类病害处理与检测的算法进行了探讨, 采用的 8 方向 Sobel 边缘检测算法, 结合加权的邻域平均噪声滤除算法和 Ostu 图像分割算法的

处理结果, 裂缝边缘宽度较细(2 个像素), 并且裂缝的边缘保护很好, 裂缝边缘之间断续情况较少。该算法用于对公路路面裂缝类病害的识别检测过程中, 检测精度和检测效果都很好。

参考文献:

- [1] 盛安连. 路基路面检测技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 1996.
- [2] 夏德深. 现代图像处理技术与应用[M]. 南京: 东南大学出版社, 2001.
- [3] Kenneth R, 朱志刚. 数字图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [4] Robinson G S. Edge detection by compass gradient masks [J]. CGIP, 1997, 6(5): 492—501.
- [5] 何 斌. Visual C++ 数字图像处理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [6] 郑南宁. 计算机视觉与模式识别[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998.
- [7] 徐建华. 图像处理与分析[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [8] 崔 屹. 数字图像处理技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1997.

[责任编辑 孙守增]

《长安大学学报》(自然科学版)2004 年征订通知

《长安大学学报》(自然科学版)系中华人民共和国教育部主管, 长安大学主办的学术性双月刊, 她在中国乃至世界范围内的公路交通科技领域具有广泛的影响, 她是中国期刊方阵“双效”期刊, 国务院学位委员会、国家教育部学位与研究生教育中文重要期刊,《中文核心期刊要目总览》(第三版)鉴定的中国公路运输类核心期刊, Ei(Page One 数据库)固定刊源, 国际道路科研信息(IRRD)书目文献数据库固定刊源, 中国道路文献服务中心(CRDS)核心报道期刊, 自 1981 年创刊以来多次获国家交通部和陕西省奖励。

《长安大学学报》(自然科学版)以繁荣公路交通科技为己任, 促进公路交通科技交流和转化。她主要刊载道路工程、桥梁工程、交通工程、隧道工程、汽车工程、筑路机械、交通控制、交通运输管理、基础学科等具有国内先进水平的论文, 同时刊载公路交通科技动态方面的简要评述和通讯。

《长安大学学报》(自然科学版)的主要读者对象为大专院校师生、公路交通科研人员、公路交通管理决策人员、公路交通领域的勘测、设计和施工单位的技术人员。

《长安大学学报》(自然科学版)全年 6 期, 大 16 开本, 112 页, 欢迎订阅, 各地读者可在当地邮局订阅, 每期定价 10.00 元, 全年定价 60.00 元。

地 址: 西安市南二环路中段《长安大学学报》(自然科学版)编辑部

国内邮发代号: 52—137 国外发行代号: BM5720

电 话: (029)82334383 邮政编码: 710064

E-mail: xuebao@chd.edu.cn