

一种基于方向特征的裂缝提取算法

罗 佳¹, 刘大刚²

(1 电子科技大学成都学院 计算机系, 四川 成都 611731; 2 西南交通大学 地下工程系, 四川 成都 610031)

摘 要: 针对传统算法提取精度不高和稳定性较差的问题, 提出一种基于裂缝方向特征的提取算法. 该算法由方向线的提取和修正两部分组成. (1) 通过 $L(1) \sim L(8)$ 共 8 个方向模板匹配, 提取出 8×10 单位区域像素的裂缝方向线; (2) 依据裂缝的强度和连续性, 对该区域及相邻区域的方向线进行筛选和修复. 实验结果表明, 该算法能在照明阴暗, 对比度较差的场合下稳定有效的提取出清晰裂缝, 效果满意.

关键词: 裂缝提取; 方向特征; 模板匹配; 方向线

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)02-0121-03

A Cracks Extraction Algorithm Based on Directional Characteristics

LUO Jia¹, LIU Da-gang²

(1 Computer Department, Chengdu College of University of Electronic Science and Technology, Chengdu 611731, China;

2 Department of Underground Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Aiming at the traditional algorithm for the extraction accuracy is not high and poor stability, this paper proposes a method for cracks extraction based on directional features. The algorithm is composed of the direction extraction and orientation correction. (1) Through the total of 8 direction template ($L(1) \sim L(8)$) matching, the crack is extracted direction lines in the 8×10 regional pixels. (2) The direction of line in the region and its adjacent areas is filtered and repaired, according to the strength and continuity of cracks. The experimental results show that the algorithm can stably and effectively extract clear cracks in the dark and poor occasions. Finally, the effect is satisfied.

Key words: cracks extraction; directional characteristics; template matching; direction line

1 引言

近年来,我国交通基础设施发展迅猛,各地兴建了大量的公路、桥梁、隧道等,而常见病害之一——裂缝却日益危及其寿命和安全. 因此需要对裂缝的长度、宽度和损坏密度等参数进行准确、客观的测量和评价,而这一重要前提就是如何有效稳定地提取出清晰裂缝^[1-2]. 传统的人工测量存在耗时、不精确、影响交通、危险等缺点,而计算机图像处理技术却能准确快速地提取出裂缝的相关信息.

依据裂缝和背景的灰度值差异,一般做法采用的是直接二值化处理,即选用一个阈值,对图像进行简单分割. 但是由于照明的阴暗不同,尤其在对比度

较差的情况下(如隧道),即使采用良好的二值化^[3-5]和动态阈值^[3-5],也不能获得准确稳定的结果. 鉴于此,本文提出一种基于裂缝方向特征的提取算法,能更有效稳定的提取出清晰裂缝.

2 裂缝提取算法

2.1 向线的提取

首先将数码相机得到的彩色裂缝图像转化为灰度图像. 再按 8×10 像素作为单位区域进行图像扫描,并对每个单位区域按图 1 中设定的模板进行匹配,从而确定该区域裂缝的存在及方向.

在图 1 中取座标 (X_i, Y_i) 为模板中 A 的左上角像素 a_1 , A 是 $a_1 \sim a_4$ 的 2×2 像素的灰度平均值. (这

收稿日期: 2012-04-20; 修回日期: 2012-05-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(51208434)

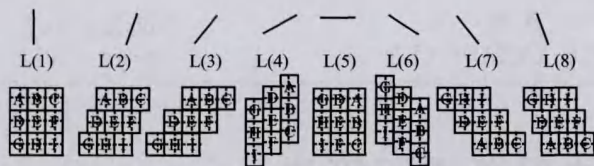


图1 L(1)~L(8)模板

里采用平均值可以对噪声起到平滑的效果). 以模板 L(1) 为例, 如图 2 所示, 左边是 6×6 区域像素的灰度值, 右边是按公式(1)计算出其对应的灰度平均值 A~I.

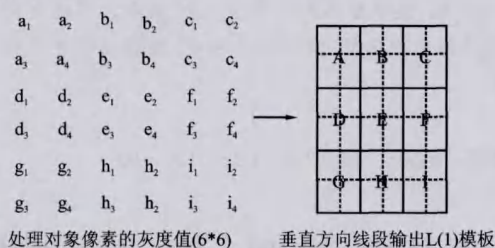


图2 提取垂直方向线的 L(1)模板与其对应像素

$$A = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} a_i \quad B = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} b_i \quad C = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} c_i$$

$$D = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} d_i \quad E = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} e_i \quad F = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} f_i$$

$$G = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} g_i \quad H = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} h_i \quad I = \frac{1}{4} \sum_{i=1,4} i_i$$

(1)

计算完每个模板的 A~I 值后, 选定一个灰度阈值 δ , 按公式(2) 计算出该区域的 8 个模板值 L(1)~L(8). 接着可以提取裂缝的方向成分, 即设定一个成分阈值 d , 依公式(3) 求出其方向成分值 $l_i(k)$. 如果为 0, 则认为该区域没有裂缝存在(即背景); 反之, 则视为该区域存在裂缝, 其方向为 k 模板所对应的方向线(图 2).

$$L_s(k) = \begin{cases} \text{if } (B+E+H) - (A+D+G) > \delta \text{ and } \\ (B+E+H) - (C+F+D) > \delta \\ \rightarrow 2 * (B+E+H) - (A+D+G+C+F+D) \\ \text{else} \rightarrow 0 \end{cases}$$

(2)

$$l_i(k) = \begin{cases} \text{if } L_s(1) > d \text{ or } L_s(2) > d \text{ or } L_s(3) > d \text{ or } L_s(4) > d \\ \text{or } L_s(5) > d \text{ or } L_s(6) > d \text{ or } L_s(7) > d \text{ or } L_s(8) > d \\ \rightarrow \max_{i=1,8} [L_s(k)] \\ \text{else} \rightarrow 0 \end{cases}$$

(3)

图 3 列举了一幅灰度裂缝图(图(a)) 经过阈值 $\delta = 10, d = 8$ 模板匹配后的二值化图像(图(b)), 可以看出已经初步提取出了裂缝的方向线. 但考虑到裂缝应该是连续的, 接近像素的方向线可能是相同

或相近的, 而图(b) 箭头 ② 所示, 本应该是裂缝, 但在计算中被误视为了背景, 出现了断裂; 同时, 有些本该是背景的, 但由于噪声的影响, 却被误算为了裂缝, 如图(b) 箭头 ① 所示. 因此, 针对以上两种情况, 则还需对提取的方向线进行进一步的筛选和修复.

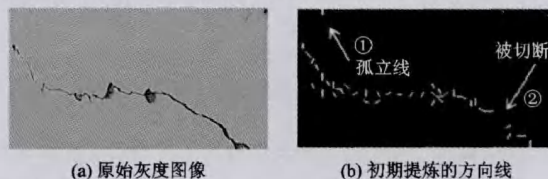


图3 方向线提取结果

2.2 方向线的筛选和修复

大量数据表明裂缝存在概率越高的区域, 其方向线强度 $l(k)$ 越大; 相反, 裂缝可能性越低的区域, 方向线强度 $l(k)$ 越小^[7-9]. 因此, 按照一定的更新条件反复计算, 就可以提炼出方向线强的区域, 反之也就去除了方向线弱的区域.

方向线成分值的更新条件如下:

① 区域 a_i 的方向线在 5×5 以上的单位区域内孤立存在, 则无条件去除.

② 区域 a_i 的方向线在 3×3 单位区域内孤立, 但周边区域 a_j (灰色部分) 却存在有 1 以内的方向线, 则相邻区域的方向线成分值 $l(k)$ 增加 1; 反之, 在 1 以外的方向线存在, 则该区域的方向线成分值 $l(k)$ 减 1.

例如 $a_i = l(7)$ 的场合, 如图 4 所示. 其方向线的成分值增减原则是: 在周边存在 $l(6)$ 的情况, 1 以内的 $l(5)$ 、 $l(6)$ 、 $l(7)$ 、 $l(8)$ 的方向线成分值加 1; 在 1 以外存在 $l(4)$ 的情况, 自身 $l(7)$ 成分值减 1. 每更新一次, 阈值 d 就重新判断一次. 这样反复操作, 阈值 d 以下的方向线就消失了, 即完成了筛选; 阈值 d 以上的方向线就全部提炼出来了, 之前切断的也连接在一起, 即完成了修复. 如图 5 所示.

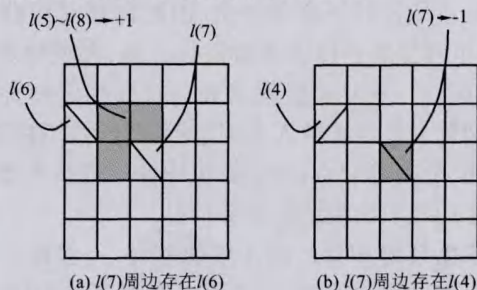


图4 相邻区域的方向线

4.3 实验结果

为了验证算法的有效性及其稳定性, 本文对一组裂缝图像进行了编程实验. 图 6 是在这组图像中特

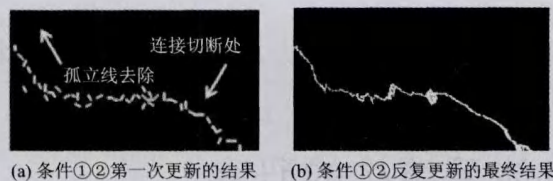


图5 在图3基础上的更新结果

地选取的一张隧道裂缝图(由于隧道阴暗,图片的对比度相对较差)的实验说明,并和传统的直接二值化方法^[1]、动态阈值法^[1]作了对比。

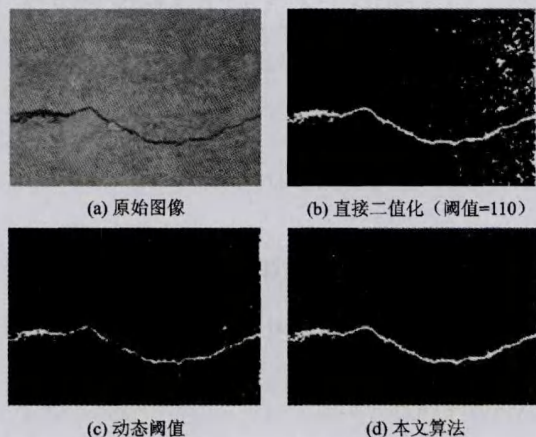


图6 实验结果

从图6(b)中可以清楚的看到经直接二值化法处理后的图像受噪声和背景的影响严重;图6(c)动态阈值虽然消除了部分影响,但裂缝同时也出现了断裂;图6(d)经本文方法处理后,已基本消除干扰,裂缝清晰可见。

4 结束语

本文阐述了基于裂缝方向特征的提取算法的处理流程,相较于传统的图像阈值分割法,本算法能更

好的消除噪声和背景的影响,提取出清晰裂缝,稳定性和精度明显提高,展示了较好的应用前景。

此外,对于公式(2)中的 δ 和公式(3)中的 d 的选取还是手动选取,需不断尝试,才能得到最佳值,这就使得算法不够流畅,因此在检验阈值的自动选取上还有待进一步研究改进。

参考文献:

- [1] 何斌. Visual C++ 数字图像处理[M]. 第二版. 北京:人民邮电出版社. 2002.
- [2] 高超. 基于 Eamlet 的岩心裂缝提取算法[J]. 信息与电子工程. 2010, 8(2): 186-189.
- [3] 傅德胜. 图形图像处理学[M]. 南京:东南大学出版社. 2001.
- [4] 王新成. 高级图像处理技术[M]. 北京:中国科学技术出版社. 2001: 20-26.
- [5] 胡厚田, 吴继敏. 土木工程地质[M]. 北京:高等教育出版社. 2001.
- [6] JTG D70-2004, 公路隧道设计规范[S]. 北京:人民交通出版社. 2004.
- [7] 王任一. 基于图像处理技术的岩心裂缝图像提取[J]. 新疆地质. 2006, 24(4): 458-459.
- [8] 范留明, 李宁. 基于数码摄影技术的岩体裂隙测量方法初探[J]. 岩石力学与工程学报. 2005, 24(5): 792-796.
- [9] 王凤艳, 陈剑平. 应用数字近景摄影测量提取岩体裂隙迹长信息方法研究[J]. 世界地质. 2006, 25(1): 39-42.

作者简介:

罗佳女, (1981-), 硕士, 讲师. 研究方向为图像处理与模式.

(上接第120页)

- [2] Sanghyun Cha, Deukhee Park, Yuenjoong Lee, et al. AC/DC converter free LED driver for lightings[C]// ICCE. [s. l.]: IEEE. 2012: 706-708.
- [3] 潘文捷, 葛康康, 何乐年. 高压、高效率白光 LED 驱动电路的研究与设计[J]. 电子器件. 2008(6): 1899-1902.
- [4] 王丽. 基于峰值电流模式白光 LED 驱动芯片的研究与

设计[D]. 成都:电子科技大学. 2011.

作者简介:

陈奇萌男, (1986-), 硕士研究生. 研究方向为模拟与混合集成电路设计.