

基于采样窗的非均匀路面图像校正算法

韩丽娜

(咸阳师范学院 图像处理研究所, 陕西 咸阳 712100)

摘 要: 针对传统的灰度校正方法不能有效地校正全局光照不均匀的路面图像, 提出基于采样窗的路面图像光照不均匀校正算法. 算法根据路面图像相邻像素的相关性以及非均匀成像原理, 利用图像的均值和残差计算某点的背景灰度因子, 利用像素点的线性变换方法求出校正后的图像. 仿真实验证实, 该算法能有效地减少图像的光照不均匀, 达到校正图像的目的.

关键词: 灰度校正; 非均匀成像; 采样窗

中图分类号: TP751

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)02-0122-03

Algorithm of Correcting Uneven Illumination Pavement Image Based on Sampling Window

HAN Li-na

(Institute of Graphics and Image Processing, Xianyang Normal University, Xianyang 712000, China)

Abstract: In view of the traditional gray correction method little effect on correcting global illumination uneven pavement image, it proposed a method of correcting uneven illumination image based on samplinig window. According to the correlation of adjacent pixels pavement image as well as their non-uniform imaging principle, the algorithm calcuated background grey factor point using image mean and residual image, and then obtained corrected image using the linear transformation method. Simulation results show that the algorithm can effectively reduce image non-uniform illumination and correct the image.

Key words: gray level correction; non-uniform imaging principle; samplinig window

1 引言

传统的灰度校正方法包括基于直方图变换的灰度校正法、图像空域上的灰度变换法、基于同态滤波的图像灰度校正方法、基于照明-反射模型的 Retinex 增强方法、梯度域增强方法以及基于标准参考标样的灰度校正方法等等^[1].

基于直方图变化的灰度变换法, 主要以概率论为基础, 能够对图像的细节起到增强作用, 它也是图像增强中的重要方法. 该方法通过构造灰度级映射变换, 改变原始图像的直方图, 拉开灰度级集中的区域, 使变换后的直方图达到一定的要求, 图像细节更

加清晰. 基于直方图变换的灰度变换方法包括直方图均衡化和直方图规定化^[2].

但是直方图均衡化方法一般能够对图像灰度分布较为密集或动态范围较小的图像起到比较满意的增强作用, 因为直方图均衡化仅仅使图像的灰度级分布平均化而不能扩大灰度范围, 所以对于灰度级分布范围较大的图像灰度拉伸效果不明显, 并且会产生灰度级合并的现象. 造成过度提升图像的亮度, 得到全局均衡化的直方图, 从而将改变图像的原始面貌并丢失图像的细节信息. 直方图规定化是在运用均衡化原理的基础上, 通过建立原始图像和期望图像之间的关系, 有选择地控制直方图, 使原始图像

收稿日期: 2013-03-23; 修回日期: 2013-05-18

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(60902075); 陕西省科技厅项目(2013JM8035); 咸阳师范学院项目(13XSYK053)

的直方图变成规定的形状,从而弥补了直方图均衡不具备交互作用的特性,一般说,正确选择规定化函数是该方法的关键。

图像空域上的灰度变换方法,主要是根据某种操作,按照一定的变换逐点运算改变图像像素灰度的方法,它一般不改变灰度的坐标信息,只改变像素点的灰度值,在图像处理中也被称为查找表。使用公式 $g(x, y) = T[f(x, y)]$ 表示,其中 $f(x, y)$ 为待处理的图像, $g(x, y)$ 为处理后的图像, T 为一种操作。灰度变化常用的方法为:线性灰度变化、分段线性变换和非线性灰度变换。

梯度域灰度变换方法是考虑原始图像的梯度域,通过改变图像的梯度值来改变图像灰度的一种方法。Fattal 等^[3]提出:求取图像对数域中的梯度值,利用某个因子来减弱其梯度值,然后重建图像数据并指数化输出。为了避免使用 Retinex 方法产生光晕现象,使用直方图均衡化方法取代因子,从而增强图像的对比度并使图像的整体梯度均匀化。Subr 等提出了一种利用图像局部差分综合的目标函数来度量图像对比度,并通过贪婪迭代优化方法实现目标函数的最大值来校正图像的灰度不均匀^[1]。图像的梯度域灰度变换方法能够较好地保持图像的细节信息和层次感,适合于分析图像的高光和阴影区域,缺点是图像会产生锐化效应,而且花费时间较长,不适合实时性场合的应用。

参考标样的校正的方法就获取一个不受光照影响的标准图像,然后利用此标准图像的参数对其它图像进行灰度调整。但是由于外界各种因素的影响,标准图像很难统一定义,使得该方法无法达到理想的效果。如果获取的图像在光照不均匀环境下或者设备中的感光元件有差异,使得图像的灰度不均匀,那么利用参考标样校正方法可以取得较好的效果。

这些方法都能在局部范围内对图像的细节起到加强作用,但是由于外界各种因素的影响,这些方法校正全局的光照不均现象效果不理想。

从非均匀成像的角度出发,可认为路面图像: $f(x, y) = \alpha * \bar{f}(x, y)$, 其中 α 为非均匀成像系数, $\bar{f}(x, y)$ 为均匀光照成像图像。对路面图像进行分析,图像都是由一些诸如石子和沥青等均匀物质组成,因此在某个局部区域内,其光照可近似看做是均匀的,只要求出 $\alpha, \bar{f}(x, y)$ 即为校正后的图像。所以问题转换为如何在区域内求出 α 的非均匀成像系数。

假设校正后的图像为 $g(x, y)$, 定义残差图像为: $E(x, y) = |f(x, y) - g(x, y)|$, 当 $E(x, y)$ 取最小值

时, $g(x, y)$ 就为 $f(x, y)$ 的最优估计。依据已有的滤波器和模板的定义思路,以及路面图像的分块处理的思想,研究使用基于采样窗的图像灰度校正方法。

2 基于采样窗的路面图像灰度校正算法

2.1 路面图像基本性质

设一幅路面图像:

$$f(x, y) = fb(x, y) + fn(x, y) + fc(x, y) \quad (1)$$

式中 $fb(x, y)$ 为背景光照信号, $fn(x, y)$ 为噪声信号, $fc(x, y)$ 为裂缝信号。

路面图像具有如下性质:(1)背景点像素的灰度值与周围像素点的灰度值相关性较强,而对于像裂缝、噪声等弱小目标点的灰度值与周围背景的相关性较差;(2)裂缝目标在整个路面图像中占据的比例较小。

2.2 背景灰度模型

根据路面图像的性质,在某一局部区域,图像的光照近似看做是均匀的,若定义采样窗口的大小为 $K * L$, 因此,图像中每个点的灰度值可以使用采样窗口的灰度值进行估计。对于背景点来说,残差较小,估计值接近真实值,对于目标点来说,残差较大,估计值远离真实值。

定义图像 (i, j) 处像素点的背景灰度因子 $S_{ij} = \frac{E_f}{E_{ij}}$ ($S_{ij} = 1/\alpha$), 其中 E_{ij} 为当前点的残差, E_f 为路面图像的均值。

所以提出的背景灰度模型为: $g(x, y) = S_{ij} * f(x, y)$, 其中 $f(x, y)$ 为实际的路面图像。

2.3 估计残差值

背景灰度模型其实质就是基于像素点的线性变换。求解背景灰度模型的关键又在于如何求解采样窗中左上角像素点的残差问题。

根据路面图像的性质,均值能够近似表示图像的背景信息,因此可以使用采样窗内像素的均值近似描述每个像素点的残差,为了体现块中相邻像素的相关性,所以每个像素点的残差为

$$E_{ij} = \begin{cases} (E_{i,j+1} + E_{i,j-1})/2, & \text{若 } E_{ij} < E_{i,j-1} \text{ 且 } E_{ij} < E_{i,j+1} \\ (E_{i,j+1} + E_{i,j-1})/2, & \text{若 } E_{ij} < E_{i-1,j} \text{ 且 } E_{ij} < E_{i+1,j} \\ E_{ij}, & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

2.4 采样窗灰度校正算法步骤

第一步:将路面图像 $f(x, y)$ 分成 $16 * 16$ 的图

像块区域 $f_i(x, y)$, 求出 $f(x, y)$ 的均值;

第二步: 计算图像各块 $f_i(x, y)$ 区域的均值, 根据式(2), 计算出各点的 E_{ij} , 并得到各点的灰度校正因子;

第三步: 利用背景灰度模型, 求出路面图像的校正灰度值.

2.5 实验及结果分析

采用 matlab 软件作了模拟实验, 采用直方图、数据前后对比进行效果评价, 见图 1~图 6.

对比图 3 和图 1, 从主观上看, 图 3 的亮度要优于图 1. 对比图 6 和图 5, 校正前图像的第 350 行数据和校正后图像的第 350 行数据的灰度值曲线可以发现, 校正后的曲线变化整体像素较为均匀, 亮度也较为均匀, 而且曲线在相对暗区域进行了校正, 保持了相对的亮区域, 由于采样窗灰度校正算法针对的是每一个像素处理, 因此花费的时间稍微长一些.

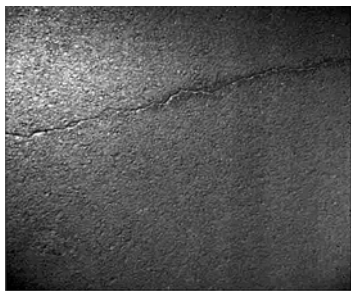


图 1 路面裂缝图像

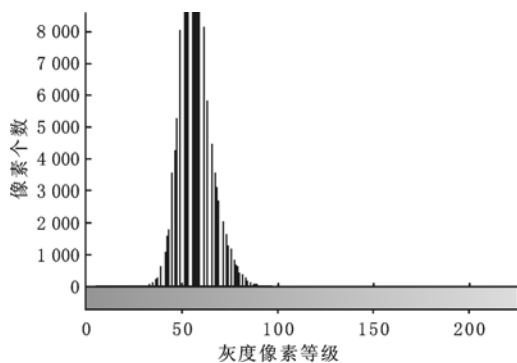


图 2 路面裂缝图像直方图

3 结束语

本文从非均匀成像的角度出发, 考虑乘性模型成像时造成图像的灰度不均, 兼顾路面图像灰度值相邻像素的相关性, 实现校正图像的光照不均匀现象. 该方法能够从图像成像的原理出发, 充分考虑图像相邻像素之间的相关性, 利用残差和均值构造背景灰度因子, 采用线性变换的方法求出图像各块校正后的灰度值, 进而得到去除光照影响的图像. 仿真

实验显示, 这种方法可以很好地校正由于非均匀成像得到的图像.



图 3 图 1 方法校正后图像

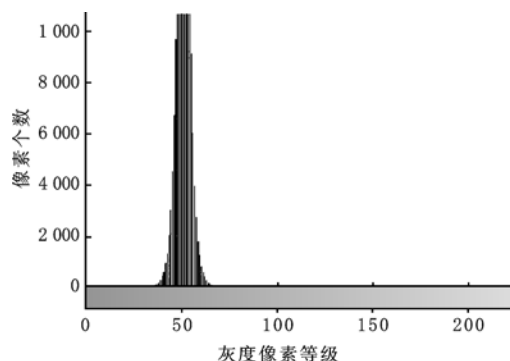


图 4 校正图像的直方图

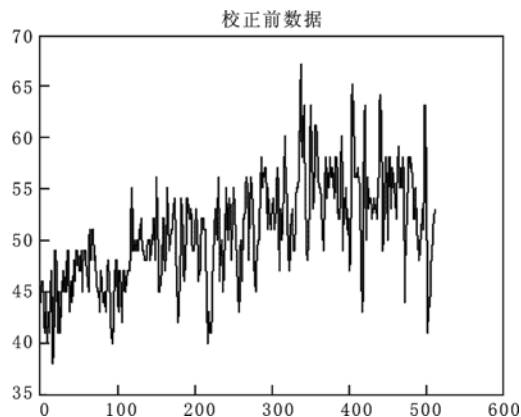


图 5 图 1 第 350 行数据显示

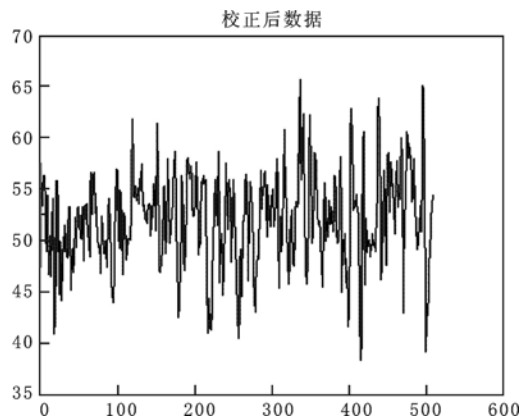


图 6 校正图像第 350 行数据显示

(下转第 128 页)

所示.实验环境:CPU 为 PIV2 GHz,内存为 1 GB,操作系统为 Windows XP,编程工具为 Visual C++ 2010、OpenCV4.8.图 2 为特征点匹配结果图.由图像 2(a)可以看出用 SURF 算法提取的特征点其特征不明显,存在不少误匹配.图像 2 (b)为利用本文提出的算法匹配特征点,特征点基本集中在花叶和花蕊附近,叶子和花瓣上的特征不明显的特征点较少,特征点的数量减少了,均匀分布在图像特征明显的区域,匹配正确率高.



图 1 实验图像



(a) SURF特征匹配结果

(b) 改进SURF特征匹配结果

图 2 匹配结果图像

6 结束语

本文提出了一种基于 SURF 的图像配准算法,采用 SURF 算法提取特征点,通过计算特征点熵值去除信息含量低的特征点.同时设定特征点距离阈值,删除距离过近的特征点,使特征点在图像上均匀分布.最后利用 PROSAC 算法对匹配点求精并估算变换矩阵,进行图像配准.实验证明本文提出的算法

减少了运算时间,提高了算法的整体性能.

参考文献:

- [1] LOWE D G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 60(2): 91-110.
- [2] Ke Y, Sukthankar R. PCA-SIFT: A more distinctive representation for local image descriptors [C] // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Washington DC, USA: IEEE, 2004: 506-513.
- [3] Bay H, Tuytelaars T, Gool L. SRUF: speeded up robust features [C] // Proceedings of the 9th European Conference Computer Vision. Austria: IEEE, 2006: 404-417.
- [4] 王琰,丁明明. 基于熵的柱面全景图拼接算法及其鲁棒性分析[J]. 小型微型计算机系统, 2007, 28(1): 148-150.
- [5] 尚明珠. 基于局域熵的全自动图像拼接算法[J]. 微电子学与计算机, 2013, 30(1): 65-68.
- [6] 张锐娟,张建奇,杨翠. 基于 SURF 的图像配准方法研究[J]. 红外与激光工程, 2009, 38(1): 160-165.
- [7] Richard Hartley, Andrew Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2003: 23-150.
- [8] BRANDT S. Maximum likelihood robust regression with known and unknown residual models [C] // Proceedings of the ECCV Copenhagen. [s. l.]: 2002: 97-102.
- [9] 管涛,李利军. 基于平面重建与自然特征匹配的虚实注册方法[J]. 光电工程, 2007, 34(9): 134-137.

作者简介:

尚明珠 女, (1977—), 硕士, 实验师. 研究方向为图像处理与计算机视觉.

(上接第 124 页)

参考文献:

- [1] 魏伟一. 非均匀光照图像的灰度校正与分割技术研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2011.
- [2] 刘刚. MATLAB 数字图像处理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [3] Fattal R, Lischinski D, Werman M. Gradient domain high dynamic range compression [C] // proceedings of the Proc of the 29th Annual conference on computer graphics and interactive techniques. New York: ACM Press, 2002: 249-256.
- [4] 阎静文. 数字图像处理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.

- [5] 赵素娜, 艾娇燕, 李世晓. 小波变换在图像照度不均校正中的应用[J]. 计算技术与现代化, 2010, 29(3): 99-101.
- [6] 郑军, 徐春广. 数字图像中照度不均匀校正技术研究[J]. 北京理工大学学报, 2003, 23(6): 285-286.
- [7] 吴英. 利用同态滤波改善光照不足图像[J]. 南京晓庄学院学报, 2007(12): 70-71.
- [8] 罗海霞, 刘斌. 同态滤波在光照补偿中的应用[J]. 湖南工业大学学报, 2008(8): 23-26.

作者简介:

韩丽娜 女, (1976—), 博士, 副教授. 研究方向为图形图像处理.