

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2019.2.03

改进 Otsu 图像分割方法

李 想, 谢慕君*

(长春工业大学 电气与电子工程学院, 吉林 长春 130012)

摘 要: 在计算分割阈值时, 利用类内灰度差方进行多次迭代, 获得阈值初值。图像总体灰度均值分别与目标及背景进行方差计算, 得到最终分割阈值。

关键词: 图像分割; 阈值分割; 灰度

中图分类号: TP 391.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2019)02-0117-04

An improved Otsu image segmentation method

LI Xiang, XIE Mujun*

(School of Electrical & Electronic Engineering, Changchun University of Technology, Changchun 130012, China)

Abstract: In the process of calculating segmentation threshold, intra-class gray-scale difference is used for multiple iterations to obtain the threshold initial value. The variance between the overall gray mean of the images and object, as well the one between the overall gray mean of the images and background, is calculated to get the final segmentation threshold.

Key words: image segmentation; threshold segmentation; gray difference square.

0 引 言

图像分割是图像处理和机器视觉的基本问题之一, 作为从图像处理到图像分析的重要过渡环节, 其分割准确性直接影响后续任务的有效性, 因此研究图像分割具有十分重要的意义^[1]。图像分割就是将目标区域从整幅图像中分割出来, 使整幅图像分为目标区域和背景区域两部分, 进而提取目标区域^[2]。近年来, 图像分割方法有很多, 主要有边缘检测法、区域跟踪法、最大熵法、Otsu 方法等, 其中 Otsu 方法计算量小, 精度较高, 运用

较为广泛^[3]。刘健庄等^[4]对含噪声较少的图像提出了二维阈值分割方法, 这种方法具有比较好的分割效果。在求解阈值时, 将二维直方图的噪声和边缘区域近似为零, 对于一些有用的像素点进行忽略, 在一定程度上降低了分割精度^[5]。

1 传统 Otsu 方法

Otsu 法又叫大律法或者最大类间方差法, 它是在灰度直方图的基础上用最小二乘法原理推导出来的^[6]。Otsu 算法使用的是聚类的思想, 它是按图像的灰度特性将图像分成背景和前景两部

收稿日期: 2018-11-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61374051)

作者简介: 李 想(1991—), 女, 蒙古族, 吉林长春人, 长春工业大学硕士研究生, 主要从事机器视觉的三维重构方向研究, E-mail: 925081850@qq.com. * 通讯作者: 谢慕君(1969—), 女, 汉族, 吉林长春人, 长春工业大学教授, 博士, 主要从事智能机械与机器人控制方向研究, E-mail: xiemujun@ccut.edu.cn.

分,提取出所需要的目标区域,因方差是灰度分布均匀性的一种度量,背景区域和目标区域内部分方差最小,背景区域和目标区域的类间方差越大时,说明构成图像的两部分差别越大。当部分目标区域错分为背景区域,或部分背景错分为目标区域,都会导致内部灰度方差变大,两部分差别变小,因此,使类间方差最大的分割意味着错分概率最小。两个部分的灰度级 $1 \sim T$ 的区域为 A , $T+1 \sim L-1$ 的区域为 B ,前景像素点数占整幅图像的比例为 p_A ,其平均灰度 μ_A ;背景像素点数占整幅图像的比例为 p_B ,其平均灰度 μ_B ;类间方差记为 g ,则有:

$$p_A = \sum_{i=0}^T p_i \quad (1)$$

$$p_B = \sum_{i=T+1}^{L-1} p_i \quad (2)$$

$$p_A + p_B = 1 \quad (3)$$

$$\mu_A = \frac{\sum_{i=0}^T i p_i}{p_A} \quad (4)$$

$$\mu_B = \frac{\sum_{i=T+1}^{L-1} i p_i}{p_B} \quad (5)$$

$$\mu = p_A * \mu_A + p_B * \mu_B \quad (6)$$

$$g = p_A * p_B (\mu_A - \mu_B)^2 \quad (7)$$

传统 Otsu 法适用于二值图像法(即单阈值分割图像),对图像有 L 个灰度级,图像灰度值是 i 的像素数为 n_i ,则总的像素数是 $N = \sum_{i=0}^{L-1} n_i$,每

个灰度值出现的概率为 $p_i = \frac{n_i}{N}$ 。前景和背景的分割阈值记作 t ,将图像分成

$$t = \text{ArgMax}[p_A * p_B (\mu_A - \mu_B)^2] \quad (8)$$

采用遍历的方法得到使类间方差 g 最大的阈值 t ,即为所求。

2 阈值分割法的改进

图像分割法有多种,文献[5]采用改进粒子群优化算法,文献[7]采用小波多分辨率分析,然后将灰度直方图曲线进行降维,由黄金分割法快速分割图像。文中所采用的阈值分割法是在传统 Otsu 基础上改进的一种分割方法。传统的分割方法通过目标类和背景类距离图像中心最远来求最佳阈值,但对于边界模糊、信息量大、目标点识别不清晰的图像在分割时容易出现边界图像淡

化,导致一部分边界信息会忽略,图像分割不清的情况,这就大大降低了图像的清晰度[3]。

针对上面问题进行了优化,由于类间方差能够很好地表示信息的波动情况[8],所以通过将目标类和边界的灰度波动信息放大,可以很好地区分目标区域和背景区域[9]。采用迭代法计算阈值如下:

1)测出最大灰度值和最小灰度值,两个阈值分别记作 Z_{\max}, Z_{\min} ,为全局阈值选择一个初始值 T ,令初始阈值为

$$T = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} \quad (9)$$

2)用 T 作为初始阈值分割该图像,这将产生两组像素: G_1 由灰度值大于或等于 T 的所有像素组成; G_2 由灰度值小于 T 的所有像素组成。

3)对 G_1 和 G_2 的像素分别计算平均灰度值 μ_1 和 μ_2 。

4)计算一个新的阈值:

$$T_1 = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \quad (10)$$

5)阈值 T_1 将区域分为新的两组像素: G_3 由灰度值大于或等于 T_1 的所有像素组成; G_4 由灰度值小于 T_1 的所有像素组成。 G_3 的平均灰度值为 μ_3 , G_4 的平均灰度值为 μ_4 ,则 $T_2 = \frac{\mu_3 + \mu_4}{2}$,比较 T_1 和 T_2 差值是否为零,若为零,停止计算,若不相等,进行 6)。

6)阈值 T_2 将区域分为新的两组像素,重复 5),直到连续迭代中阈值 T_n 值间的差为零为止。

计算阈值 T 作为后续算法的初始阈值,这既可以进行粗略分割,又可以加快整体计算速度。由于类内方差可以很好地反映区域内图像的平稳性,所以充分利用这一点,将类内方差函数用于图像的分割中。

$$\mu_1^{*2} = \frac{1}{2} (\mu_1^2 + \theta_1) \quad (11)$$

$$\mu_2^{*2} = \frac{1}{2} (\mu_2^2 + \theta_2) \quad (12)$$

$$\mu^{*2} = \frac{1}{2} (\mu^2 + \theta) \quad (13)$$

$$\theta_1 = \sum_{i=0}^T p_i (i - \mu_1)^2 \quad (14)$$

$$\theta_2 = \sum_{i=0}^T p_i (i - \mu_2)^2 \quad (15)$$

$$\theta = \sum_{i=0}^T p_i (i - \mu)^2 \quad (16)$$

$$t = \text{ArgMax}[p_1 (\mu_1^* - \mu^*)^2 + p_2 (\mu_2^* - \mu^*)^2] \quad (17)$$

式中: μ_1^* ——加入类内方差后目标区域平均灰度值;

μ_2^* ——加入类内方差后背景区域平均灰度值;

μ^* ——加入类内方差后整幅图像平均灰度值;

θ_1 ——目标区域类内方差;

θ_2 ——背景区域类内方差;

θ ——整幅图像的方差。

3 实验结果与分析

将大楼和蚂蚁两幅图片作为分割图片, 用传统 Otsu 法和文中方法进行分割, 分别如图 1 和图 2 所示。

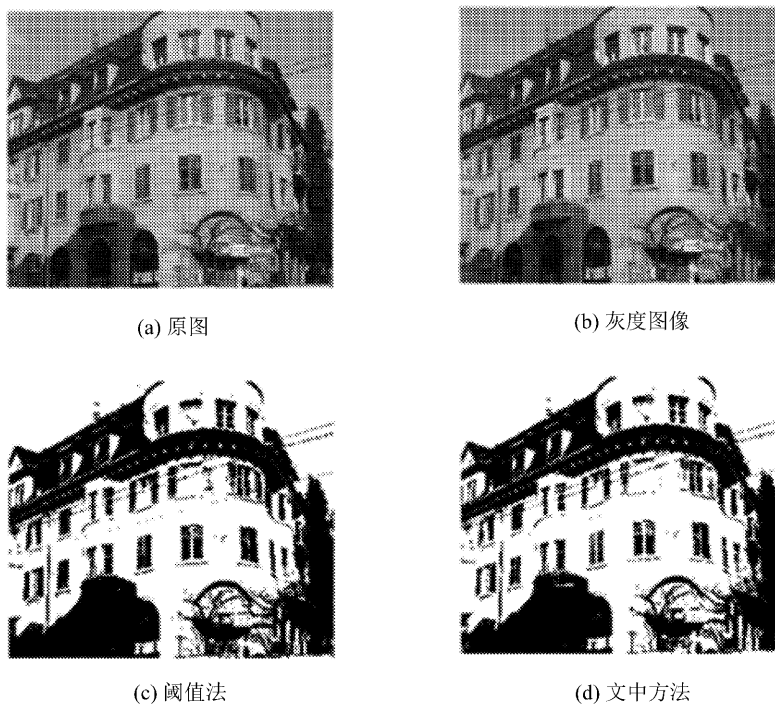


图 1 大楼对比图

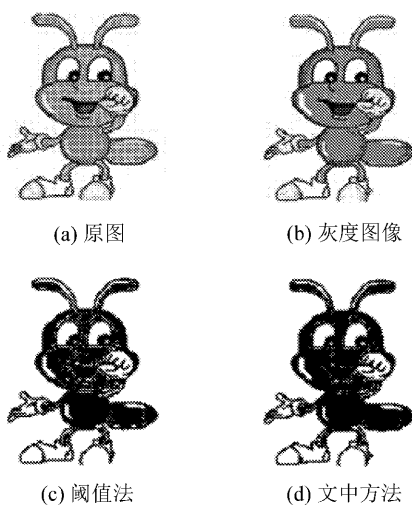


图 2 蚂蚁对比图

图像分割效果对比见表 1。

表 1 图像分割效果对比

图像	传统法 阈值	文中阈值	传统法 时间/s	文中时间/s
大楼	133	127	0.020 913	0.048 433
蚂蚁	176	186	0.003 361	0.005 437

通过图 1 和图 2 可以看出, 文中分割效果相比之下更加清晰, 能够很好地将目标区域凸显出来, 分割纹理更加细致, 而缺点是分割时间相对较长。

4 结 语

实验仿真结果表明, 文中方法和传统 Otsu 图像分割方法相比, 文中目标区域与背景区域分

割比传统分割效果清晰,阈值分割更精准,有效突出目标区域的分割效果。和传统的阈值分割方法相比,文中方法无论是在图像的分割清晰度,还是图像效果上,都优于传统方法,是一种实用性较高的分割方法。但在计算上还存在时间较长的问题,有待改进。

参考文献:

- [1] 李忠健,杜娟,郭璐.将 Otsu 用于多阈值彩色图像分割的方法及优化[J].计算机工程与应用,2010,46(11):176-178.
- [2] 彭正涛,方康玲,苏志祁,等.基于改进 PSO 算法的 Otsu 快速多阈值图像分割[J].现代电子技术,2011,34(6):158-162.
- [3] 胡明,唐东凯,李芬田,等.不确定聚类中距离计算方法综述[J].长春工业大学学报,2017,38(5):477-483.
- [4] 刘健庄,谢维信,高新波,等.基于 Hausdorff 距离和遗传算法的物体匹配方法[J].电子学报,2016,24(4):235-238.
- [5] 丁锐,刘甲甲,李柏林,等.改进的 Otsu 图像多阈值分割方法[J].计算机应用,2013,33(S1):214-217.
- [6] 申铨京,刘翔,陈海鹏.基于多阈值 Otsu 准则的阈值分割快速计算[J].电子与信息学报,2017,39(2):145-149.
- [7] 何志勇,孙立宁,陈立国.Otsu 准则下分割阈值的快速计算[J].电子学报,2013,41(2):267-272.
- [8] 张强,谢家欣,于微波,等.基于改进形态学消除光照不均匀算法[J].长春工业大学学报,2017,38(5):464-467.
- [9] 马瑜,梁慧琳,张艳宁,等.基于图像颜色纹理的均值漂移分割算法[J].计算机工程与设计,2013(5):1720-1724.