

角点与边缘信息相结合的遥感图像飞机检测新方法

仇建斌, 李士进, 王 玮

(河海大学 计算机与信息学院, 江苏 南京 210098)

摘 要: 利用遥感图像中飞机目标的边缘特征和角点特征, 提出边缘与角点信息相结合的遥感图像飞机检测新方法. 首先, 进行 Canny 边缘检测, 提取遥感图像中飞机目标边缘信息, 并利用 OTSU 算法二值化处理图像; 然后, 进行 Harris 角点检测, 找出满足飞机角点分布特征的区域, 去除伪目标; 最后, 进行区域生长式聚类, 通过求取类心最终确定飞机位置. 对 60 幅高分辨率遥感图像进行飞机检测测试, 正确检测出 238 架飞机中的 220 架, 漏检 18 架, 48 个虚警. 实验表明, 该方法可以有效解决复杂背景下飞机检测问题, 具有良好的检测性能.

关键词: 遥感图像; 飞机检测; 边缘特征; 角点特征

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)09-0214-03

A New Approach to Detect Aircrafts in Remote Sensing Images Based on Corner and Edge Information Fusion

QIU Jian-bin, LI Shi-jin, WANG Wei

(College of Computer and Information, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: This paper presents a new method to detect aircrafts in remote-sensing image, in which the edge and corner features are used. Firstly, the whole image is operated by canny edge detector and then the OTSU binarization is employed to segment it. By these preprocessing procedures, the main information in the image is enhanced. Then Harris corner detection is conducted on the image, finding the areas where the corner quantity meets the standard. Finally the false alarms are removed by a region-growing clustering method. Experiments on 60 remote-sensing images are performed, including 238 airplanes. Totally 220 airplanes are detected, 18 airplanes are missed and 48 false alarms are reported. The experimental results demonstrate that the newly proposed approach can effectively solve aircraft detection problem in complex background, and have a good detection performance.

Key words: remote sensing image; aircraft detection; Canny edge detector; Harris corner detection

1 引言

目前, 基于遥感图像的飞机目标检测技术, 大多采用由下而上的数据驱动型策略, 通常采用先分割或边缘提取^[1-3], 然后采用模板匹配^[4]的方法. 这种方法不仅实现起来很复杂而且抗干扰能力很弱, 同时由于飞机的类型很多, 很难用一个统一的模板来检测所有的飞机目标, 因此往往检测结果不令人满意. 文献[5]提出了一种采用由上而下知识驱动型策略的飞机检测方法, 但是该方法对图像灰度值有很

强的依赖性, 对于有伪装的飞机目标或者飞机与背景区分程度较弱的图像, 存在很多漏检的情况. 文中提出的飞机检测方法充分利用飞机目标的边缘信息和角点信息, 在一定程度上降低图像灰度信息对飞机检测的影响, 并且具有较高的检测率.

通过对 60 幅高分辨率遥感图像进行检测实验, 总共包含 238 架飞机, 文中方法能正确检测出 220 架, 漏检 18 架, 48 个虚警, 查准率为 82.09%, 查全率为 92.44%. 实验结果表明, 该方法是一种有效的飞机检测方法.

收稿日期: 2011-01-15; **修回日期:** 2011-02-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(51079040); 教育部中央高校基本科研业务费专项基金(2009B20914)

2 飞机目标检测方法

2.1 飞机目标特征分析以及总体算法流程

在真实遥感图像中,区分飞机目标和其他干扰地物的方法主要是利用飞机目标在遥感图像中表现出的灰度、形状、大小、阴影等特征^[5]。

飞机的边缘特征决定了在飞机目标处有丰富的角点信息,而且与其他区域的角点信息不同.简单考虑,飞机目标处的角点信息有数量限制,如图1所示。

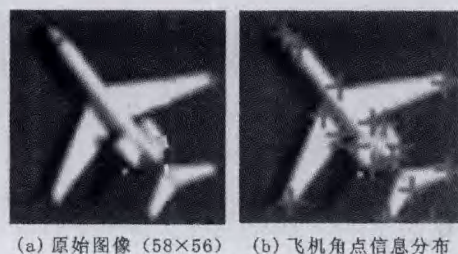


图1 飞机目标角点信息分布示意图

文中飞机检测方法首先利用 Canny 算子提取遥感图像边缘特征,然后利用 OTSU 算法对边缘检测后的图像进行二值化处理,接着对二值图像运用 Harris 角点检测,选取满足角点数的区域作为候选飞机区域,最后进行区域生长式聚类,通过求取类心最终确定飞机位置.经过 Canny 算子边缘检测和 OTSU 算法处理过的二值图像在飞机目标处的角点信息并没有减少,同时过滤掉图像中大量背景角点信息,从而降低后续处理的复杂程度,使得飞机目标的检测更加高效.通过边缘检测去除大量伪目标角点信息,可以有效地减少后续的工作量,提高检测效率.本文方法与现有的由下而上数据驱动型目标检测方法不同之处在于,不过于依赖飞机边缘分割的完整性,因此与文献^[4]中方法相比,该方法适用范围更广,对于有伪装的飞机目标或者飞机目标与背景区分不大的图像,亦有较好的检测效果。

文中提出的边缘检测与角点信息相结合进行飞机目标检测的总体算法流程如图2所示。

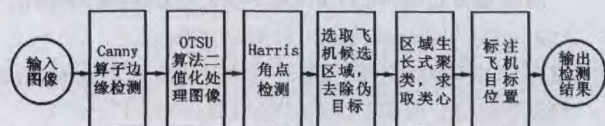


图2 角点与边缘信息相结合飞机检测总体算法

2.2 具体算法步骤

2.2.1 Canny 边缘检测

边缘检测是计算机视觉和图像分析领域中一个非常重要的内容.边缘表示信号的突变情况,包含了

图像的大量信息,反映了物体的特征.本文采用 Canny 算子进行飞机图像边缘检测。

图3(a)的 Canny 边缘检测效果如图3(b)所示。

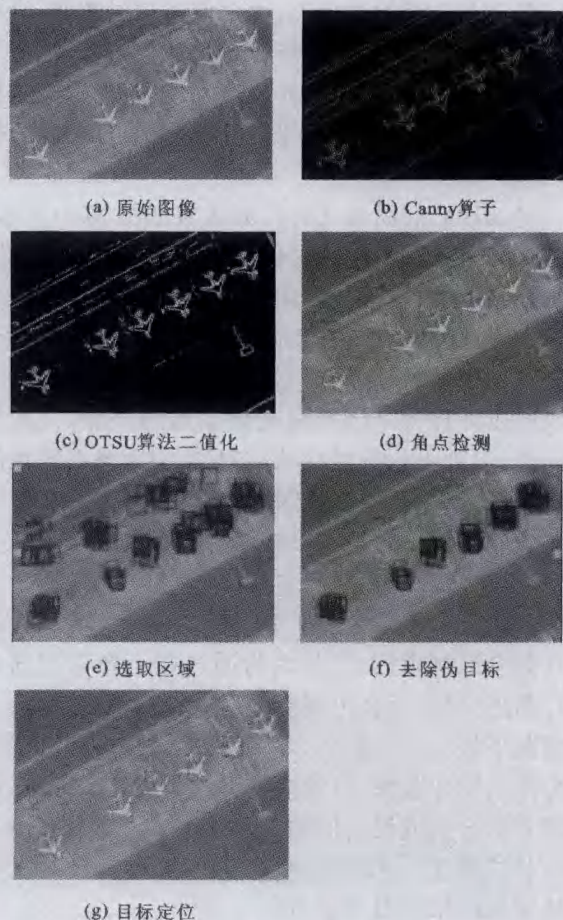


图3 角点与边缘信息相结合的飞机检测过程图

2.2.2 OTSU 二值化图像

经过2.2.1处理后得到目标边缘图像,从图3(b)可以看出,图像边缘的灰度值与背景相比较高,这说明边缘与背景两类已经十分明显可以区分.运用 OTSU 算法二值化处理,将边缘信息加强,起到增强图像目标信息,抑制背景信息的目的,使得后续角点检测计算量减少,提高检测效率。

图像二值化分割效果如图3(c)所示。

2.2.3 Harris 角点检测

角点是图像中一种重要的局部特征,角点在保留图像中物体重要特征信息的同时有效地减少了信息的数据量,使得对图像处理时的运算量大大降低.角点集中了图像上很多重要的边缘信息,同时角点特征具有旋转不变性,因此几乎不受光照条件的影响.角点特征是本文飞机检测方法最重要的依据.用公式(1)计算 R 值,并取阈值等于 500。

$$R = \frac{I_X^2 \times I_Y^2 - (I_X I_Y)^2}{I_X^2 + I_Y^2} \quad (1)$$

图像角点检测效果如图 3(d)所示。

2.2.4 去除伪目标区域

在 2.2.3 节的基础上,逐个像素扫描图像,以该像素点为中心,以一定的半径开始增长,直至该区域内的角点数 m 满足 $10 < m \leq 15$,并且再次增加半径后角点数目不会增加,则把这个区域作为飞机的候选区域。

经处理后的候选飞机目标区域如图 3(e)所示。由图 3(e)可知,还存在着伪目标区域,这些区域同样满足角点数目特征,因此必须将其去除。观察图像可以发现,通常这些伪目标区域中的亮像素点的个数较之飞机区域都很少,不足以构成飞机的边缘,即可以通过计算每个区域内亮像素点的个数,设置某个阈值,达到去除伪目标的目的。文中取各自区域的区域半径的 10 倍作为该区域去除伪目标的阈值。

去除伪目标后的结果如图 3(f)所示。

2.2.5 区域生长式聚类定位飞机

由图 3(f)可知,最终飞机中心候选区域都会集中在某个区域附近,这是因为通过逐个像素扫描来统计角点个数,就会出现集中在一处的情况,而且一般情况下经 2.2.1 和 2.2.2 处理后的图像并不能完整分割出图像边缘,可能会将飞机分成几个区域,这些因素都会造成候选区域集中的情况。文中采用区域生长式聚类^[5]来解决这个问题。最终得到的飞机目标定位结果如图 3(g)所示。

当边缘分割不完整时,文中方法也可以取得比较满意的检测结果。

3 实验结果与分析

文中对 60 幅遥感图像进行了飞机检测测试,其中总共包含 238 架飞机,运用文献[5]中的方法正确检测出 179 架飞机,漏检 59 架,13 个虚警,查准率为 93.23%,查全率为 75.21%;运用本文方法正确检测出飞机 220 架,漏检 18 架,48 个虚警,查准率为 82.09%,查全率为 92.44%。由此可知,本文提出的飞机检测方法,查全率得到提高,漏检率得到抑制。

实验结果表明,基于圆周频率滤波法的飞机检测,在飞机与背景反差比较大的遥感图像中,检测结果比较理想。但是在复杂背景下,该方法检测飞机漏检情况严重,造成其查全率较低。

文中提出的飞机检测方法大大提高了查全率,

降低了飞机漏检率。同时由于放宽飞机目标检测条件,增加了误检目标数,因此付出一定的虚警代价,造成查准率稍稍下降。

4 结束语

文中提出了角点与边缘信息相结合的遥感图像飞机检测新方法。充分利用了飞机目标在遥感图像中的边缘特征和角点特征,避免了图像灰度信息对于飞机检测的干扰。实验结果表明,该方法对于经过伪装的飞机目标的检测很有效,并且具有算法简单,耗时较少,参数少的特点。另外,文中使用的是比较简单的方法,对有些复杂情况仍然效果不佳,因此在以后的研究中可以考虑使用更加有效的方法去除伪目标,从而降低虚警率。

参考文献:

- [1] 徐大琦,倪国强,许廷发. 中高分辨力遥感图像中飞机目标自动识别算法研究[J]. 光学技术, 2006, 32(6): 855-862.
- [2] 孙红光,卜倩,李欢利,等. 基于 OTSU 分割的云层背景下弱目标检测算法研究[J]. 东北师大学报, 2009, 41(2): 79-83.
- [3] 杨桃,张柏,王宗明,等. 基于阴影搜索法的飞机目标遥感图像分割研究[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(1): 48-50.
- [4] 马时平,毕笃彦,陈岚岚. 基于图像匹配技术的飞机识别[J]. 计算机工程, 2004, 30(5): 159-160.
- [5] 蔡红苹,耿振伟,栗毅. 遥感图像飞机检测新方法——圆周频率滤波法[J]. 信号处理, 2007, 23(4): 539-543.
- [6] Canny J. A computational approach to edge detection[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986, 8(6): 679-698.
- [7] Harris Chris, Stephens Mike. A combined corner and edge detector[C]// Proceedings of the 4th Alvey vision Conference. Plessey Research Roke Manor, United Kingdom The Plessey Company, 1988: 147-151.
- [8] Otsu Nobuyuki. A threshold selection method from gray-level histograms[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1979, 9(1): 62-66.
- [9] 赵万金,龚声蓉,刘纯平,等. 一种自适应的 Harris 角点检测算法[J]. 计算机工程, 2008, 34(10): 212-214.

作者简介:

仇建斌 女, (1988-), 硕士研究生. 研究方向为图像处理与模式识别。