

基于航拍图像的杆塔编号目标提取

针对输电线路航拍图像中杆塔编号的采集图像,采用了基于灰度特征的方法对杆塔编号图像进行目标提取。首先,对原始图像进行图像增强,突出目标点信息;其次,对增强后的图像进行分割,采用膨胀和腐蚀形态学运算对分割后的图像进行去噪处理;再次,通过改进的Canny边缘检测算子对去噪后的图像进行边缘检测;最后,对图像中的边缘点数量进行区域统计,对统计区域内的目标进行目标提取。结果表明,该方法可有效地对杆塔编号进行目标提取,对输电线路的故障定位提供了技术支撑。

裴玉龙^{1,2} 郑锐^{1,2} 许祖锋^{1,2} / 1.南瑞集团公司(国网电力科学研究院)
2.国电南瑞科技股份有限公司

0 引言

电力系统中直升机巡检输电线路是一项非常重要而繁重的工作,随着高电压、大功率及长距离输电线路的不断出现,对其进行维护日趋困难。航空业的发展,特别是通用航空业务的不断普及,为输电线路的运行维护提供了新的技术手段。目前,直升机的定期巡检已

逐渐成为有效保障输电线路正常运行的一项基础工作。所以,对拍摄图像进行处理和研究,有着很重要的实际意义。

直升机巡检过程中,如果发现输电线路中存在故障,需要对其进行故障定位,为后期的故障检修提供方便,杆塔编号的确定是对输电线路进行故障定位的一项重要手段,杆塔编号的确定,可以准确地定位存在故障的输电线路杆塔的位置。本文主要针对杆塔编号的图像进行研究^[1-2],对杆塔编号进行目标提取。

1 图像增强

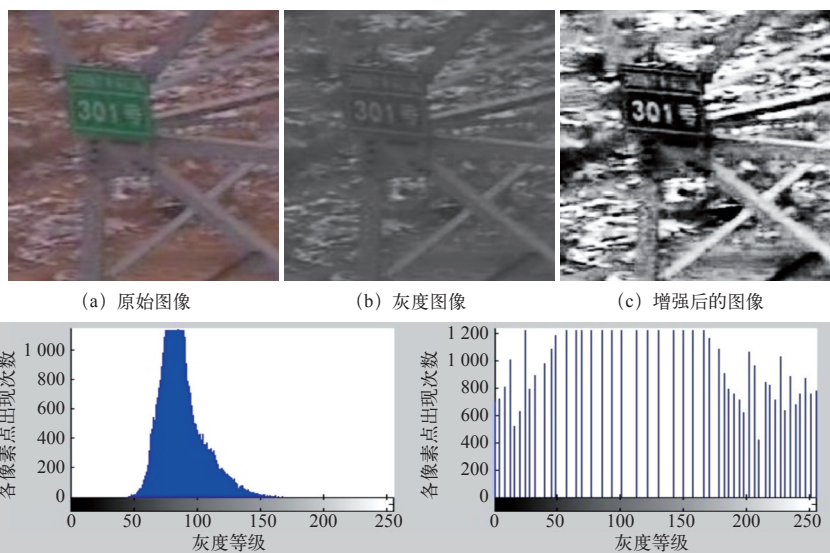
图像增强^[3]是数字图像处理最基本的方法之一,具有重要的实用价值。图像增强不以图像保真度为原则,而是通过处理有选择的突出感兴趣的信息,抑制无用信息,提高图像的利用价值,便于人或计算机的分析。图像增强过程如图1所示。



裴玉龙/工程师

关键词/Keywords

航拍图像·
杆塔编号·
Canny边缘检测算子·
边缘点数量统计·
目标提取·



(d) 图像增强前后的灰度级

图1 图像增强过程

2 图像分割

图像分割^[4-5]是把图像分成若干个特定的、具有独特性质的区域并提取出感兴趣目标的过程，是由图像处理转到图像分析的关键过程。

阈值化分割算法是图像分割中应用数量最多的一类，如果一幅图像处于目标和背景内部相邻像素间的灰度值是高度相关的，但是处于目标和背景交界处两侧的像素在灰度值上有很大的差别，则可对此图像应用阈值化分割算法。对灰度图像的阈值分割就是先确定一个处于图像灰度取值范围内的灰度阈值，然后将图像中各个像素的灰度值与该阈值相比较，并根据比较的结果将对应的像素分割为两类：像素灰度值大于阈值的一类，像素灰度值小于阈值的另一类，灰度值等于阈值的像素可以归入这两类之一。分割后的两类像素一般分属图像的两个不同区域，因此达到了区域分割的目的。图1c分割后的图像如图2所示。



图2 图1c分割后的图像

3 图像去噪

由图2可知，由于图像增强和图像分割产生了噪声，同时由于杆塔编号背景的影响，使得杆塔等设备边缘和目标点处于同一分割区域，需要对图像进行去噪处理。

膨胀和腐蚀是形态学运算的两种基础操作。膨胀的运算符为 $\oplus$ ， A 被 B 膨胀写作 $A \oplus B$ ，其定义为

$$A \oplus B = \{x | [(\hat{B})_x \cap A] \neq \emptyset\} \quad (1)$$

式中， B 为膨胀的结构元素。

腐蚀的运算符为 $\ominus$ ， A 被 B 腐蚀写作 $A \ominus B$ ，其定义为

$$A \ominus B = \{x | (B)_x \subseteq A\} \quad (2)$$

将膨胀和腐蚀级联起来操作，可以得到形态学中另外两个重要运算：开启和闭合。

开启运算符为 $\circ$ ， A 用 B 来开启写作 $A \circ B$ ，其定义为

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (3)$$

即先对图像进行腐蚀，然后膨胀其结果。开启可使图像的轮廓变得光滑，断开狭窄的间断和消除细的突出物。

闭合的运算符为 $\bullet$ ， A 用 B 来闭合写作 $A \bullet B$ ，其定义为

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (4)$$

即先对图像进行膨胀，然后腐蚀其结果。闭合同样可使图像的轮廓变的光滑，但和开启相反，闭合操作能弥补狭窄的间断和长细的鸿沟，消除小的孔洞，并填补轮廓线中的断裂。

由于图2中除了杆塔编号外，还存在很多噪声。选择对图2进行开启操作，去除噪声后的图像如图3所示。



图3 去除噪声后杆塔编号

对于直升机巡检输电线路所采集的图像，杆塔编号的背景比较简单，主要的噪声就是支撑杆塔标号的杆塔，此种噪声经过形态学去噪可以得到比较理想的效果。

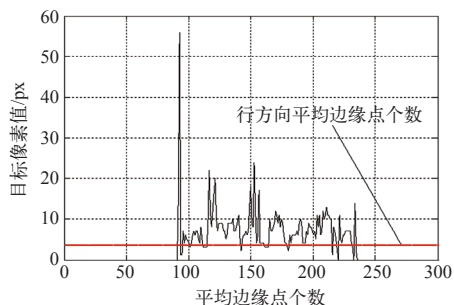
4 目标提取

采用改进的Canny边缘检测算子^[6-7]对图3进行边缘检测，如图4所示。

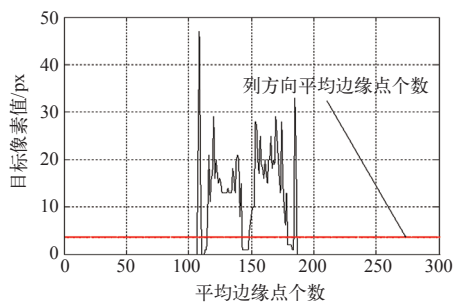
由于Canny算子检测得到的边缘点分布集中，可以对图4中的边缘点分别在行列方向进行数量统计，统计结果如图5所示。



图4 Canny算子检测的边缘



(a) 行方向边缘点的数量统计



(b) 列方向边缘点的数量统计

图5 边缘点行和列的分布

根据统计的结果,杆塔编号边缘点的数量统计一定比非杆塔编号图像区域的数量统计多,经过上述图像预处理以后,目标所在区域的边缘点数量远大于其余部分,因此,行方向和列方向的数量统计均可取整幅图像边缘点的平均值作为临界值。若某一行的边缘点总数大于临界值,则可定义为行的边界,类似地对列进行同样的比较,求出列的边界。对连续的边缘点内的像素值设置成1,其他区域设置成0,即对图4进行二值化处理,如图6所示,最后采用基于神经网络的文字识别系统对杆塔编号进行识别,如图7所示。

5 结束语

本文以杆塔编号的可见光图像作为对象,



图6 杆塔编号二值化



图7 杆塔编号识别结果

阐述了杆塔编号的目标提取方法,分别采用了灰度变换、灰度增强、图像分割和形态学去噪等步骤,对杆塔编号图像进行处理。结果表明,该方法可以对杆塔编号进行目标提取。

通过杆塔编号还不能完全对输电线路的故障进行定位,因为杆塔的编号长期暴露在自然环境中,编号容易被腐蚀,提取出的杆塔编号也不能有效地定位杆塔的位置,这时需要结合GPS全球定位系统对线路的故障点进行定位。所以,直升机巡检输电线路时,需要结合GPS全球定位系统才能对故障点进行有效定位。

参考文献

- [1] 张浩,王玮,徐丽杰,等.图像识别技术在电力设备监测中的应用[J].电力系统保护与控制,2010,38(6):88-91.
- [2] 孙凤杰,崔维新,张晋保,等.远程数据视频监控与图像识别技术在电力系统中的应用[J].电网技术,2005,29(5):84-87.
- [3] 胡小峰,赵辉. Visual C++/Matlab图像处理与识别实用案例精选[M].北京:人民邮电出版社,2004.
- [4] 唐慧明,张健.变电站远程图像监控系统设计[J].电力系统自动化,2001,25(7):56-58.
- [5] 赵书涛,李宝树,崔桂彦,等.基于计算机视觉的远程变电站状态检测与诊断新策略[J].电网技术,2005,29(6):63-66.
- [6] 王小俊,刘旭敏,关永,等.基于改进Canny算子的图像边缘监测算法[J].计算机工程,2012,38(14):196-199.
- [7] Canny J. A computational approach to edge detection[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986, 8(6): 679-698.

(收稿日期:2016-08-16) EA