

基于无人机图像处理的输电线路提取技术

王飞 张涛 唐喆

国网安徽省电力有限公司淮北供电公司 安徽淮北 235000

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13235

[摘要] 在我国城市化与工业化建设稳步推进背景下,对电力需求呈稳步增长趋势,输电线路作为供电的关键模块,对其开展巡检管理工作是保障其安全平稳运行的重要因素。本文以无人机图像处理技术概述为切入点,重点分析了以无人机图像处理为导向的输电线路提取技术要点,对输电线路特征进行自动化提取,摆脱原有人工巡检模式局限性,将高分辨率摄像头搭载在无人机上方,采集线路图像,由此精确化、快速化测量,实现自动化识别与跟踪输电线路,强化线路管理成效。

[关键词] 无人机;图像处理;输电线路;提取技术

前言:

无人机技术的成熟化发展,促使其应用领域与范围愈发广泛化,无人机巡检是当前输电线路巡检的有力手段,然而做到准确化提取与识别所拍摄图像仍面临较大困难,由于无人机拍摄面临较为复杂化环境,造成图像存在众多噪声,再加上输电线路较长,不能只单一使用图像拍摄巡检方法,而是要对其做跟踪处理,进而深层次探索基于无人机图像处理的输电线路提取技术十分重要。

一、无人机图像处理技术概述

(一) 根本概念

无人机图像处理技术指的是借助于计算机视觉、模式识别以及图像处理等多元化方法手段,同步分析、处理、优化无人机所采集到的图像数据,进而完成检测、识别、跟踪与评估目标物体任务。这一技术的应用领域持续扩大,在环境监测、农业植保、物流配送等众多领域下有着优越表现。

(二) 图像获取

此技术的首要环节在于图像获取,无人机以搭载光学传感器的方式对图像进行捕捉,光学传感器主要是高分辨率摄像头,将各个波长的光捕捉而生成得到彩色图像或灰度图像,在技术发展进步背景下,图像获取分辨率与帧速率也呈上涨趋势,有助于采集得到高质量图像^[1]。确保无人机处于复杂环境下具备优越的图像采集获取能力,采取多传感器融合使用方法,包括雷达、红外传感器以及激光雷达等,即使在能见度较低环境下无人机也能够有效采集图像,得到丰富信息。在图像获取技术支撑下,无人机图像对比度与亮度可在原有基础上增强,无论是弱光环境还是在强光环境下,都能够保障图像清晰度,配合使用直方图均衡化与超分辨率等数字信号处理方法,促使图像质量处于高水平下。

(三) 图像传输

图像传输是无人机图像处理技术的又一重要环节,依托于无线通信而做到无人机和地面控制站的图像传输,常用技术手段包括射频识别技术、卫星通信技术、全球移动通信系统以及5G技术等,传输速度较为优越。考虑到无线通信带宽相对有限,进行图像传输时要对图像数据做压缩处理,图像压缩算法包括JPEG、H.265等,再配合使用高效化的数据解压缩方法。促使能够实时化监控需求相适配,无人机图像传输技术的延迟性需处于较低水平下,借助于时分复用、频域传输以及纠错编码等技术而达成这一目标,同时由机器学习算法与人工智能技术等对图像出现传输速率进一步优化。

二、以无人机图像处理为导向的输电线路提取技术要点

无人机巡检输电线路是当前一种常用的高效化手段,以提高巡检自动化水平,使得无人机能够按照预先设定好的线路进行自动化巡视跟踪以及定时拍摄线路图像,促使输电线路

巡视水平可提升,则要能够从巡视结果中将关键信息提取出来,因此,基于无人机图像处理,而更加深层次地探索输电线路提取技术,由此切实满足于无人机自动巡检根本要求。

(一) 做好图像预处理

由于无人机航拍图像中的目标物体和背景有着较小对比度差值,所以二者区分的难度较大,进而此技术应用要点首先应当围绕在做好图像预处理方面。其一,利用直方图均衡化手段而达成图像增强目标。促使能够在原有基础上,将输电线路无人机图像信息提取速度加快,同时提取程序算法被简化,需灰度化处理航拍所采集到的线路彩色图像,也就是说把红绿蓝三色通道图像向单通道图像转化,开展转化工作时,需赋权处理三种颜色,同时做加权平均,由此掌握图像每一像素点灰度值。考虑到输电线路有着复杂化的环境条件,光照强度不会保持一致,线路和背景的对比特度十分接近,对于这一消极影响,需准确化区分线路和背景图像植物,借助于直方图均衡化处理而完成二者对比度提升目标。先将图像输入在处理软件当中,对无人机原始图像灰度级进行全面化统计,之后计算出不同灰度级的实际分布概率,再做归一化处理将新的灰度分布映射出来,最后输出处理完成图像。对比处理前后的航拍图像与加权平均后灰度图,后者有着更加均匀化的图像对比度,并且图像中的目标元素和背景区分十分明显化。

其二,对图像做滤波去噪处理。无人机在航拍作业时易被大风、烟雾以及污染物等因素干扰,再加上数码相机等光电成像设备的自身特征影响,导致所拍摄得到的图像往往带有较多噪声,需对其进行降噪去噪处理,其中采取非线性滤波处理方法更为适宜。观察中值滤波处理后的图像,无人机航拍图像中传输线的典型细线元素保存效果不佳,部分线路缺失。采用双边滤波处理方法可以有效地保留细节。当双边滤波算法取值范围的标准偏差太大时,会导致图像模糊。因此,为了确保图像能够保留更多信息而不失真,标准偏差选择为10。

(二) 优化LSD算法

完成图像预处理后,则要提取输电线路特征,从以往所使用的边缘提取算法来看,LSD算法表现更为优越,由其作为局部线路特征提取算法既有助于保障精度,又能够控制非直线背景的不良干扰。确保LSD算法可以有效提取无人机航拍图像的直线与曲线,则还要对其做优化处理,以强化原始算法中的一些参数而促使输电线路检测效率加快^[2]。其一,梯度阈值。图像的像素点有着较小梯度,则与其对应的区域不会出现过大的灰度变化,难以被认定是边缘区域。针对于这一情况,若依据LSD算法既定流程处理像素点直线区域生长,则会加大输电线路误检概率,进而对LSD算法进行优化,

要着重处理像素点,为了防止梯度值较小的像素的线性区域的增长,使用阈值方法完全去除不超过设定阈值的像素,促进像素参与生成更多的线性区域,避免漏检测传输线。因此,梯度值计算的量化效果可能会将误差设置为1,因为当该值处于较高水平时,图像将更加模糊。

其二,角度误差阈值。排序无人机航拍图像的像素点梯度值,抑制与剔除梯度值较小的像素点,将经过排序后没有被使用的像素点设定为种子点,使其区域生长,则这一像素点所处连通区域角度会与连通域保持正比关系,随着其扩大而发生变化,一直到满足于更新条件。将LSD算法中原本的差异角阈值参数从原本的 22.5° 更改为 28° ,为直线支持区域面积最大化获取而创造必要条件。

其三,同性点密度。处理完成角度误差阈值后,能够获得一系列的直线支持区域面积,通过计算得到此区域的最小外接矩形,由此明确区域下的同性点。LSD算法处理过程中,若同性点和像素点的比值没有超过阈值,则要对这区域做截断处理。调整LSD算法原本控制截断阈值,从0.7变为0.5,进而控制截断矩形数量,线段识别率有所提升。

经由上述三项环节对LSD算法做优化处理,以此作为图像处理方法,得到优化前后的图像提取结果。优化的LSD图像处理算法在提取输电线路杆塔等电力设备的关键信息方面显示出更加全面化优势,可以保留更充分的边缘信息,并在区域增长下产生更长的线段特征。在对优化算法处理的图像结果进行综合分析方面,保留了更详细的信息,避免了线段的过度截断,满足了初始设置要求。

(三) 去除图像背景干扰

因为处理是针对于无人机航拍图像整体,尽管保留了更多的设备关键信息,但是背景中的短信段干扰也随之增多,所以还要特别处理背景图像,控制线段提取干扰因素。LSD算法分割处理图像线段,分别提取各局部线段,当从背景图像中提取出的干扰线段过多,则会在很大程度上阻碍铁塔与线路的提取有效性,再加上线路与杆塔存在交叉情况,同样会影响线段分割提取,进而要着重去除图像背景干扰^[3]。保障LSD算法对输电线路信息提取处于高完整率下,有效把控误检率,要先开展去噪声处理灰度图像,再借助于几何形态学去除处理背景中的干扰短线段。被处理之后的灰度二值图像,其连通域也就是相邻的白色区域,连通域分析是经由搜索每一处白色连通区域而完成,选择使用种子填充法。

经由种子填充法处理无人机航拍输电线路二值图像,种子点选择是在被边缘提取的二值图像中进行,一般是线段矢量端点,之后搜索区域下所含有的白色像素点,如区域不含有这一像素点,则要对像素点重新选择,重复上述流程。全部处理与识别标记区域内的每一处像素点后,会得到大量的白色像素区域。通过种子填充法获得的孤立短线段的基本特征是它们的面积小且缺乏连贯性。基于这一特征,可以通过阈值设置计算白色区域以获得传输线图像,并且还可以去除背景噪声。在小区域内消除干扰时,应采用邻域检测,以最大限度地保留传输线信息。

(四) 分析连接输电线路

因为LSD算法是一种局部检测方法,依托于区域生长算法而完成图像检测,对于输电线路而言,因为无人机航拍作业期间的光照角度、拍摄角度以及抖动情况等因素存在,则会导致采集图像带有一些模糊区域,经过LSD算法处理后,原本一条线路的线段被提取分割成多数量短线段,要将其连接在一起,才有助于将图像原本特征还原。短线段连接处理选择使用Hough变换方法,将原图像输电线路还原出来。

其一,辨别杆塔边缘直线。由于被LSD算法提取得到的线段隶属于有方向、矢量化范畴,进而分析矢量矩阵就可以掌握各个线段起始与终止位置,同样被Hough变换拟合线段也是端点明确的矢量线段,由此设定线段两点式方程。按照直线斜率对直线做分组处理,一组的斜率误差不超过设定值,而另一组则是杂散线。一组具有较大的坡度误差和不平行的杂散线,这些是铁塔的轮廓线。为确保线段检测的准确性,应预设阈值。如果非平行线不超过阈值2,则表示在提取的图像中没有检测到铁塔轮廓线簇。

其二,明确线路连接结果以及分析处理。按照上述线段处理方法与流程掌握输电线路与杆塔直线簇,对其做延伸处理,能够将原始图像还原出来。验证线路连接方法有效性,分别处理有无杆塔存在的图像,根据反馈结果能够得知,图像中是否存在杆塔,边缘信息都可以被完整提取出来,当输电线路信息被提取之后没有出现漏检或误检情况,则说明图像检测正确。

(五) 落实自动跟踪方法

基于无人机图像处理的输电线路提取技术还应当深化落实自动跟踪方法,以此满足于新时代下多元化的线路巡检要求。其一,粒子滤波线路跟踪法。通过粒子滤波算法开展线路跟踪作业,总共由四大模块组成,首先是初始化阶段,要将跟踪对象确定出来,同时识别出输电线路这一跟踪目标特征;其次为搜索阶段,按照概率分布而实施采样,经由映射关系与约束条件而得到各粒子和其相应的预测粒子,计算出二者之间的相似度,之后归一化处理相似度,使得最终相似度总和是1;接下来为决策阶段,利用筛选算法得到正态分布,条件概率也就是粒子权重值,掌握每个粒子对应的权重值后,进行加权平均处理,得到图像中的预测图像;最后,在重采样阶段,保留先前获得的高权重粒子,重采样的粒子可以反映图像中粒子的真实概率分布。在上述阶段共同作用下,可以估计目标元素的下一帧位置,从而确保图像处理效率过关^[4]。

其二,扩展卡尔曼滤波线路跟踪法。借助于无人机所拍摄的输电线路图像,相邻两帧基本等同,内容上不会有太大偏差的,所以可通过这一方法先预处理图像,掌握输电线路完整信息;之后明确线路斜率以及无人机飞行速度等关键参数,设定初始扩展卡尔曼滤波参数,对下帧航拍图像读取,进入到线路跟踪循环。

结论:

综上所述,依托于无人机图像处理的输电线路提取技术有助于更好地服务输电线路检测与测量工作,优化提升输电线路管理效率,确保线路能够长时间保持在安全稳定运行状态之下,此技术应用要点围绕在做好图像预处理、优化LSD算法、去除图像背景干扰、分析连接输电线路、落实自动跟踪方法几方面,推动输电线路管理朝着自动化方向稳步发展。

参考文献

- [1]李铭.基于输电线路无人机巡检的绝缘子缺陷识别技术研究[D].中国矿业大学,2023.
- [2]朱众望.基于巡检无人机航拍图像的输电线路异物识别研究[D].合肥工业大学,2023.
- [3]张文福,张癸滨,李昌松.基于无人机图像处理的输电线路监测跟踪算法性能评估[J].电气开关,2022,60(03):4-7.
- [4]沙伟燕,何宁辉,丁培,等.基于无人机图像处理的输电线路提取技术研究[J].电测与仪表,2022,59(05):158-165.