

基于 yolov5 的智能无人机电力巡检系统

宋尚泽

山西工程技术学院 山西省阳泉市 045000

【摘要】随着电力设备的数量不断增加,传统的人工巡检方式存在着繁琐、效率低等问题。为此,本文提出了一种基于 Yolov5 的智能无人机电力巡检系统,该系统采用深度学习算法对无人机拍摄的电力设备图像进行识别和分析,实现了电力设备的智能巡检,提高了巡检效率和准确性。

本文首先介绍了智能巡检系统的背景和研究现状,指出了传统巡检方式的弊端,并阐述了无人机巡检的优点。本文所提出的基于 Yolov5 的智能无人机电力巡检系统具有以下特点:(1)采用深度学习算法完成电力设备的自动识别和分类任务;(2)利用无人机作为巡检平台,可以避免人工巡检中的危险和繁琐;(3)系统结构完整、操作简便、性能稳定,适合大规模应用。因此,本文的研究具有实际价值和推广意义。

【关键词】 yolov5; 智能无人机; 巡检

Intelligent UAV power inspection system based on yolov5

Song Shangze

Shanxi Institute of Engineering and Technology Shanxi, Yangquan, 045000, China

【Abstract】 With the increasing number of power equipment, the traditional manual inspection has cumbersome and low efficiency. Therefore, this paper proposes an intelligent uav power inspection system based on Yolov5. The system uses deep learning algorithm to identify and analyze the images of power equipment taken by UAV, which realizes the intelligent inspection of power equipment and improves the efficiency and accuracy of inspection. This paper first introduces the background and research status of intelligent inspection system, points out the disadvantages of traditional inspection method, and expounds the advantages of uav inspection. The Yolov5-based intelligent UAV power inspection system proposed in this paper has the following characteristics: (1) using deep learning algorithm to complete automatic identification and classification of power equipment; (2) using UAV as the inspection platform to avoid danger and complexity in manual inspection; (3) the system is complete in structure, simple in operation, and stable in performance, suitable for large-scale application. Therefore, the research of this paper has practical value and extended significance.

Keyword: yolov5; Intelligent UAV; patrol inspection

引言

伴随城市电力基础设施的快速发展,许多老街区电路相对检修频率较低,目前仍会出现许多复杂的电路缠绕问题,有时甚至出现输电线破损、断裂乃至电线杆倾斜问题。在面对严酷环境的威胁时,如多风多雨低温情况常常会出现电线漏电,严重危及人身安全。针对以上情况,以基于卷积神经网络的 AI 视觉识别和智能摄像无人机相结合,可以有效解决排查难、效率低、风险大等问题。

一、系统研发背景与概况

(一) 项目背景

目前采用的人工巡线方法,不仅工作量大、工作效率低

下、而且巡线内容不统一、巡线方法单一。常规电力巡检方法主要有以下几个问题:1. 巡检风险大。由于它远离城市,运送困难,检查人手不够,导致了经常出现意外。2. 不经济。传统的人工巡视方式存在着工作量大、工作效率低下、检查内容零散、检查方式简单等不足。3. 商业上的艰难。传统的巡检方法主要是手工巡检,巡检成果采用纸张形式,巡检工作量大,且巡检图片名称易重复,巡检资料易混乱。4. 排查难。通过大量巡检照片视频来排查问题,排查任务重、耗时长、易失误。巡察人员素质不齐,但是巡察工作由于时间紧、任务重,巡察组人员来自不同的单位,部分人员专业水平不高,未接触过巡察相关工作,缺乏业务知识的掌握。因此,部分巡察人员在了解问题、发现问题、研究问题等方面存在欠缺,不能及时有效发现的问题或安全隐患。5. 共享难。巡检线路一般由多单位协同,巡检数据无法实时共享,容易

产生时间差。数据存在碎片化,难以分类归档,无法分析各项巡检数据。常会出现漏检、误检;无系统化管理。

(二) 政策背景

“中国制造 2025”的实施,加快了特高电压和各种等级的电网的发展速度,这也让电力机器人能够在高科技、智能化的基础上,逐步走向高科技、高科技的道路上,逐步走向高端。2019年,国标委发布《关于推广国家技术标准创新基地(智能电网)建设经验做法》,明确了要构建“高科技高科技高技术”的运用体系,促进“高科技”的快速发展,并以高科技的高科技为导向,促进我国高科技、高科技等领域的发展。新基础设施的出台,将把电力系统的发展摆到最优先的位置,同时也加速了电力系统的智能化进程。这一政策的出台,极大地促进了巡视机器人的广泛应用,为今后巡视领域的无人巡视提供了广阔的发展空间。

随着低空区域的不断扩展,以无人驾驶飞机为基础的工程应用模式日益增多。在这个庞大的、潜在的市场中,必须对大量的数据进行收集,并使用各种高级的数据处理软件,来构建一个完备的数据库,并给出相关的解决方案以及数据管理方法。随着我国《通用航空飞行管制条例》和《空域使用管理条例》的不断修改和完善,我国航空安全形势已有较大改观。

(三) 系统概况

该系统飞行软件开发与无人机的 SDK 平台开放有密切的关系。SDK 指的是软件开发工具包是一些被软件工程师用于为特定的软件包、软件框架、硬件平台、操作系统等创建应用软件的开发工具的集合,智能无人机与卷积神经网络(CNN)相结合的巡线无人机产品,让无人机硬件设备发挥更大的价值,赋予其 AI 的特殊属性。

以卷积神经网络(CNN) YOLOv5 算法为依托,通过神经网络系统算法分析提供破损的位置与状况。YOLOv5 对电力输送设施破损的实现智能检测方法:首先,无人机载云台相机对电力输送设施破损图片或视频,通过事实图传数据建立 PascalVOC 数据集;其次,在电脑端搭建基于 Facebook 开发的 Pytorch 深度学习框架,将数据集使用 YOLOv5 进行卷积神经网络训练,同时分析各项性能参数指标;此外,还可以道路旁的破损电线杆与裸露电路为例,进行裂缝识别验证,通过卷积神经网络(CNN)训练,得到可识别设施破损的 YOLOv5 算法。在实际检测中无人机将自动巡航拍摄画面并传入终端,终端通过 YOLOv5 对视频进行检测排查出相对老化破损的设施,终端将这些数据统一导入到一份数据库,汇总。然后由电力维修工人前往现场实现相关损坏位置的修复。

二、系统与技术

(一) 系统体系介绍

基于人工巡检困难分析,智能无人机与系统定制算法相结合,组成全新的智能巡检系统。

智能无人机,采用大疆系列无人机,搭载电力慧眼自主研发系,最长飞行时间为 46min,最大续航里程为 30km,延时可达 120ms,配有紧急避障功能,确保飞行安全。

智能巡检系统:自主研发系统、人机互动显示终端、远距离传输数据分析处理、数据分析处理。

(二) 技术概述

首先,对大量训练数据集进行筛选标记,并通过 YOLOv5 算法训练从而获得精确模型。最后,将测试数据集通过所获得的模型进行老化与损坏检测。

这种检测方法与其他检测方法相比准确性更高,并且与传统的识别方法相比,老化与损坏检测速度更快,所花费的人力、物力、财力和时间得到大大缩减。

无人机检测设备的运行流程是:(1)首先通过距离老旧街道、农村较近的电力管理中心放出架已经安排好路线的无人机,无人机进入到相对应的轨道。(2)无人机通过摄像功能将路边的电线杆与电线实时画面通过中继器传输回到电力管理中心的终端。(3)终端通过 YOLOv5 对视频进行检测排查出相对老化破损的设施,终端将这些数据统一导入到一份数据库,汇总。完成任务后的无人机回到管理中心。(4)最后电力管理中心派出维修工人对标记的点进行再排查。

(三) 硬件参数

该系统采用的无人机型号为大疆系列无人机,其开放的 SDK 意味着更多的团队能够通过第三方的开发去试验 YOLOv5 算法在电力巡检中的实现价值。以 Mavic3 为例,其搭载的影像传感器为 4/3CMOS,有效像素为 2000 万,最长飞行时间为 46min,最大续航里程为 30km,延时可达 120ms 采用三模的导航及定位方式,可以提供低延时,质量高,定位精确的实时拍摄画面,配有紧急避障功能,确保飞行安全。

(四) 核心技术 YOLOv5s 概述

YOLOv5 是在 YOLOv1-YOLOv4 的基础上提出的一种新的图像处理算法。YOLOv5 与常规的 Faster-RCNN 不同,它使用了一种基于回归的方法,能够直接获得目标识别的目标位置点的坐标和各种不同的概率,从而大大地增加了目标识别模型的计算量,从而能够满足实时要求。

YOLOv5 的网络结构由 4 大部分组成:输入、备用、连接和探测。YOLOv5 与前一版的算法比较,它在输入端引入了 Mosaic 的数据增强技术,能够随意地取出四张图片,并以任意的尺寸和分布堆积,因此对于小的物体的识别性能得到了极大的提升,并且能够对四张图片进行运算,减少了存储空间。在 Backbone 的体系中,Focus 是主要的,CSP 是主要的,FPN 是主要的,PAN 是主要的。

YOLOv5 的目标探测模式采用 Pytorch 技术,与以往的模式相比,该模式具有快速准确、重量轻、适用于嵌入式系

统等优点。

Backbone (Backbone) 的架构是一个 CSPnet (CSPnet), 它包含 5 个 CSP (包含 72 个卷积核), 是一个 3×3 的卷积层, 用来抽取特征。CSP 模块将特征分成两个部分, 然后利用跨阶段的层次结构进行融合, 在确保精度的前提下降低了计算的工作量, 将 $608 \times 608 \times 3$ 的图像进行 5 个 CSP 模块后, 得到 19×19 的特征图。

Neck 结构是一种路径聚集网络 (PANET), 它主要被用来产生特征金字塔, 通过这些特征金字塔, 可以让模型能够对不同尺度的对象进行识别, 进而实现对同一对象的多尺度识别。Neck 结构在使用 FPN 结构对的基础上, 增加了 PAN 结构, PAN 结构使得 Neck 结构对的特征金字塔能够由下往上产生。输出 76×76 特征图深度、 38×38 特征图深度、 19×19 特征图深度三个特征图, 特征图深度公式为 $3 \times (5+C)$, 其中 5 是由预测框的宽度、高度、中心点横纵坐标、网格置信度来确定的, C 是识别个数。

三、实用性分析

电力巡检工作时电网建设中必不可少的一部分, 巡检难

的问题日益突出, 随着巡检机器人、无人机的引入, 减少了部分巡检工人的部分工作量, 但识别、分析仍然需要人工判断, 基于专业技术人员数量较少, 素质不齐等原因引发的问题不在少数。基于 yolov5 的智能无人机电力巡检系统的引入可以大大减少此类问题的发生。随着数据集的扩大, 学习素材的增加, 系统的判断精度会不断提高。该系统具有很强的学习能力, 来应对不同环境的需求。

四、结论

相对于传统的巡检方法, 无人机巡检能够大幅度降低人力和物力成本, 并且能够有效地提高巡检效率和准确率。本研究采用了 yolov5 算法进行对象检测, 该算法具有高效、快速、精准等优势, 能够满足电力线路中多种特定物体的检测需求。同时, 在实验室和实际场景中进行的测试表明, 本系统的检测精度和鲁棒性均较高。通过本文研究的智能无人机电力巡检系统, 我们可以看到, 随着科技的不断进步, 航空技术、图像处理算法、无人机遥感技术等领域的快速发展, 未来无人机巡检将会在电力行业和其他领域中得到广泛应用和推广。

参考文献

- [1]鹿可可, 李菱, 欧发斌, 万义飞. 基于深度学习的无人机电力巡检方法研究[J]. 自动化与仪表, 2023, 38 (04): 59-64. DOI: 10.19557.1001-9944.2023.04.013.
- [2]郭英萃, 靳慧斌. 基于稳定风场下的无人机电力巡检路径规划研究[J]. 综合运输, 2023, 45 (03): 110-117.
- [3]刘德龙. 顺北电网无人机电力巡检技术研究[J]. 大陆桥视野, 2023 (03): 132-135.
- [4]陈学峰. 智能识别技术在无人机电力巡检中的应用[J]. 集成电路应用, 2023, 40 (02): 242-243. DOI: 10.19339.1674-2583.2023.02.110.
- [5]郑小英. 高压输电线路中无人机电力巡检技术的应用[J]. 自动化应用, 2022 (12): 112-114. DOI: 10.19769.2022.12.029.
- [6]幸茂仁. 无人机电力巡检航迹布设优化方法[J]. 地理空间信息, 2022, 20 (10): 117-119+137.

作者简介: 宋尚泽, 2001年6月出生, 男, 汉族, 吉林省松原市人, 本科生在读, 学校: 山西工程技术学院。