

基于雷达侦测与 AI 技术的边境采集预警驱离处置系统

左倪娜 李俊

(广西警察学院 530028)

摘要: 如何压实边境口岸地区防守责任, 充实广西边境口岸防守力量, 筑牢边境口岸的防守任务, 依然成为边境的重要问题。可使用边境采集预警驱离处置系统。该系统集激光雷达侦测、视频监控、多媒体融合、图像识别、远程集中控制等多技术于一体, 形成高效稳定的监视控制系统, 实现对非法侵入的人员进行快速定位报警, 通过 AI 识别子系统分析人员、车辆的可信度, 根据可信度等级自动开启声光报警, 驱逐人员、车辆撤离。边境采集预警驱离处置系统配合哨兵机器人能满足全天候无人值守、全天候动态监测、全天候自动处置、全天候上报警情的功能, 提高守边效率, 无接触式管控。

关键词: 激光雷达侦测; AI 技术; 预警驱离系统; 边境防疫

一、引言

2020 年新冠肺炎疫情爆发以来, 广西边境屡次出现越南偷渡人员带病毒入境事件, 导致新冠肺炎境外输入病例人数上升。在广西边境线上, 有许多重要关卡在深山中, 因地形地势崎岖、森林茂密、野兽、风雨天气等恶劣的环境而出现监控死角, 给偷渡人员有机可乘。虽然现在疫情形势好转, 但是如何压实边境口岸地区防守责任, 充实广西边境口岸防控力量, 健全常态化防控机制, 筑牢边境线的防守, 依然成为边境的重要问题。

^[1]边境采集预警驱离处置系统能满足全天候无人值守、全天候动态监测、全天候自动处置、全天候上报警情的功能替代传统人工巡逻、护边模式, 提高守边效率, 无接触式管控, 降低疫情传播的风险。“科技强边、信息管边”, 利用智能执守采集预警处置一体机区域覆盖, 实现 24 小时“执勤”势在必行。

二、边境采集预警驱离处置系统的技术架构

边境采集预警驱离处置系统区别于普通的纯视频的区域侦测方式。它具有高精度雷达监测系统, 提供实时目标的方位、距离和速度信息, 可探测测距离远信息, 具有视频双感知功能; 而且可无人值守, 主动监测, 探测多个目标, 实现高精度定位; 系统可远程控制, 多点组网; 可实现边防报警、巡逻等场合的远程监控; 另外该系统集雷达、强声、强光、视频多种处置打击设备参与联动, 采用 AI 算法二次确认, 平台参与研判, 实时上传报警信息, 使得数据交互零延时; 同时该系统具有双光谱热成像夜视功能; 其抗干扰能力强, 误报、漏报率极低。

(一) 前端探测 BMR 电子哨兵雷达

利用 FMCW 调频, 使其呈现出连续波是 BMR 电子哨兵雷达的特点。为了保证处理的实时性, 选用 FPGA 进行信号调制和采集; 同时利用 DSP 对前端信息采集的控制及后续的算法处理。BMR 电子哨兵雷达采用调频连续波扫描式雷达技术和先进的 DSP 跟踪算法, 能对雷达波束范围内运动的车辆及行人进行实时检测, 识别数目可多达 64 个, 可提供行人或车辆的实时速度、距离信息、方位信息。

雷达对识别目标的方法分成 2 个阶段: 分别是训练阶段和工作阶段。对相关数据进行获取后完成数据的预处理, 并提取相关数据的特征, 进行分类训练是训练阶段的主要任务。而工作阶段在对特征提取完以后做分类决策步骤, 最后输入目标的种类以及相关属性。^[4]

雷达驱动及雷达信息处理系统, 包括移动物体监测系统、地理位置标记系统、被侦测物体信息处理系统、入侵信息平台发布子系统; 采用型边境监控雷达, 雷达能够实现对半径 15Km 范围, 移动人员、车辆、船只等目标的全天候探测。具有 IP66 的高防护等级, 可以用于边境/海岸监视、重要场所安防以及战场侦察等领域的应用。它的优势为: 1. 为了提高雷达系统的抗干扰能力, 它采用 DBF 技术, 处理阵列天线接收的信号;^[11] 2. 采用 FMCW 调制模式, 能检测运动目标的距离、速度、角度

信息, 具有较高的测距与测速精度。3. 具有高精度角度分辨能力, 较低速度探测能力, 可在有效的探测范围内, 对入侵目标进行检测和上报。4. 后端信号处理和模式识别算法, 区分人、车目标, 并有效滤除昆虫、飞鸟等动物干扰。5. 可工作在全天候环境下, 内置滤波器, 可有效抑制雨、雪、大雾天气下的虚警检测。6. 适用于国防边境、重点场地周界、输油管道与安防视频系统联动使用的应用场景。

(二) 前端抓拍激光网络高清高速智能球机

为了实现白天、夜晚及天气恶劣等不同情况的滤光片成像, 激光网络高清高速智能球机具有三种滤光片, 并且它的透过率不小于 95%。当设备开启混合目标检测模式后, 可同时对 100 米处的人脸, 150 米处的人体及非机动车、机动车进行检测、跟踪及抓拍的操作, 并且支持人脸与人体、车牌与车辆的关联显示, 可同时对行人、非机动车、机动车进行分类计数。支持人脸人体车辆同时抓拍, 人脸人体关联输出, 并实现对人脸、人体、车辆结构化属性特征信息提取, 前端建模比对: 前端存储 15 万张人脸图片进行建模后, 对场景中抓拍的人脸进行比对并输出结果。可通过内置电子罗盘在监视画面上叠加设备镜头当前指向方位和角度。

(三) AI 识别技术

AI 识别技术是基于算法对图像, 视频内容进行分析检测, 通过提取图像的关键信息, 进行标记并进行相关的处理, 利用图像特征对其进行分类, 再利用各类别特征识别出图片。它包含 4 个步骤: 获取信息, 对信息的预处理, 抽取和选择特征, 设计分类器及分类决策。

首先提取摄像机输出的视频帧信息; 其次根据摄像机提取的视频帧, 框定检测识别区域; 然后对检测区域的图像进行预处理; 最后将边缘提取处理后的图像特征, 与样本库中的样本特征进行对比, 从而输出检测识别的结果。^[5]

一般用三通道 RGB 彩色图像作为检测区域的图像, 首先要对检测区域的图像进行灰度, 将彩色的图像转换为灰色的图像; 然后要对灰度图进行滤波处理, 用来去除图像中的噪点、黑斑和无关因子。^[6]

AI 智能识别涉及的算法: 采用结构化图像分析处理技术, 涉及图像采集、目标图像检测、目标跟踪、目标属性的分类、目标轨迹的分析、图像叠加、图像编码、RTSP 推流等。核心目标识别算法采用人工智能领域中卷积神经网络与全连接层构建技术, 输入整张图像, 采用一体化卷积网络检测算法, 锁定目标的定位位置和目标类别, 再采用 RPN 多参考窗口技术, 使用多个分辨率检测识别不同的特征图。采用跟踪算法, 建立预训练的神经网络模型, 从而来提取目标物理特性, 计算每个目标的外观特征值, 计算前后两帧中目标计算特征值之间的“余弦距离”, 从而比较两个目标的相似度, 达到实现有效识别和分析的目的。^[7]

AI 识别技术可区分人、动物、车、树、物体等,可输出识别目标的可信等级,再交由电子哨兵控制平台做研判是否开启与开启哪一级处置手段。分布式部署在感知层,实时获取前端设备采集的视频流并进行本地智能分析运算;可有效提高分析运算的实时性、可靠性,显著减少网络传输量;可大幅度减轻后台服务器运算和存储压力。

当发现可疑目标的功能,系统能够启动光电系统的目标跟踪功能,实现目标的跟踪。当警戒区域内出现目标时,自动启动上报模式,系统会通过报警声音提示操作人员对目标进行确认,同时系统对警戒区域内出现的目标进行无人干预的自动跟踪,自动跟踪过程中系统能够精确分辨出车目标、人目标,并对跟踪过程进行视频录像。

三、边境采集预警驱离处置系统的流程分析

边境采集预警驱离处置系统配合哨兵机器人采用了激光雷达探测、视频监控、多媒体融合、图像识别、远程集中控制、喊话警示预警、声波驱离等多项技术于一体,形成了一套高效的稳定的电子哨兵预警系统。

(一) 前端视频采集部分:

激光雷达技术具有强分辨力,高精度,强抗干扰性等特点,因此将激光雷达技术用于地物探测,收集边境地势的地貌、地质、森林面积的数据^[2]。用激光雷达技术探测边境地势的相关数据,通过遥感图对边境进行定位估测,并应用三维坐标来确定边境地势的空间高度。实现对边防前线周边实际情况进行视频监控。边防视频监控系统点位分散,环境复杂多变,结合自身优势及行业经验,采用先进的重载数字云台技术,计算机数字化图像处理技术及精密数字控制技术,能有效地降低强自然灾害对前端设备造成的损伤,获得稳定清晰的图像。白天可见光摄像机进行监控,色彩艳丽,具备光学和电子双透雾功能,在雾霾等恶劣天气条件下,能透过薄雾看清远处物体的局部细节,夜间采用大功率红外激光器辅助照明,黑白画面分明,在完全无光环境可监视 5km 范围内目标细节。激光净输出功率大,使用寿命长,真正达到了标称的监视距离。前端视频监控还拥有自动追踪功能,当雷达发现物体会时联动摄像机,进行视频拉近与标记,并且,随便距离的长短,摄像机也会灵活跟踪。在视频监控中,装有 RIFD+人脸识别分析系统与体型记录分析系统进行双重验证,即可缩小搜索范围,精准记录物体的走向与整型。

(二) 哨兵机器人

电子哨兵预警系统具有侦测距离远、雷达视频双感知,高精度多目标雷达,雷达、强声、强光、视频联动,数据交互零延时,具有双光谱热成像夜视功能,提供实时目标的方位信息,距离信息,速度信息等。AI 算法二次确认,系统平台参与研判,可远程控制,多点组网,处置打击设备参与联动,边防报警、军事或政务巡逻等场合的远程监控,报警信息实时上传等特点,误报,漏报率极低。无人值守,主动监测,探测目标多,定位精度高。是目前最为先进的有效,抗干扰能力强,能应用到恶劣环境参与实战,全天候、全天时、全方位、智能化的边境采集预警驱离处置系统。

四、预警驱离处置系统的应用创新

该系统采用军工级多普勒雷达,有极强的透雾、抗干扰能力,能有效适应坡地、河流、密林、日照、黑暗等不同环境下的周界防范要求。系统集成雷达、摄像机、入侵检测传感器等多种联网设备,同时利用空间计算,将多种联网终端的感知探测能力进行深度融合,雷达和摄像机的联动设置,采用边缘计算,AI 识别算法,主动探测周界附近的移动目标,记录目标的活动轨迹,在目标尚未入侵之前,发现目标后自动进行视频自

动采集目标信息,并自动进行语音播报,进行语音劝阻,告知对方不要继续做出越界行为。当发现目标距离设备较近时,系统探测到目标后参与研判,将自主启动高频率、高电压、高分贝、非致命性的声波,强光探照等处置打击设备联动参与对目标进行攻击,阻止目标靠近,提前发出告警提示,有效预防入侵事件的发生。^[8]能够实现更加快速、准确、智能的入侵监测告警。预警驱离处置系统通过雷达驱动及雷达信息处理系统进行高空侦察,可对现场信息进行迅速收集处理,为下一步指挥部制定计划提供支持。同时对附近区域可疑人物、车辆进行监控,为地面指挥提供充分的信息保障。即便在夜间,系统也可以通过双光谱图像采集、热成像等收集有效信息。指挥中心通过回传信息能够对案情进行迅速处理,并对增援和关卡,封堵等进行调度,快速形成抓捕方案。融合了事前预警,事发通告,事后记录的完整性告警流程。大大减轻了边境防御武警的工作压力,提高了边境预警的效率,从而大大降低了边境偷渡案件的发生率。

五、总结

边境采集预警驱离处置系统具有高精度多目标雷达,提供实时目标的方位信息,距离信息,速度信息,其侦测距离远、雷达视频双感知,探测目标多,定位精度高,可远程控制,多点组网。AI 算法二次确认,具有双光谱热成像夜视功能,系统平台参与研判,处置打击设备参与联动,报警信息实时上传,既可对控制区域进行单独的防范任务,又可相互配合构架边(周)界及无盲区监控。这个系统减轻了边境防疫的压力,为广西边境管理实现了全天候、全时段、全方位管控。但是如何及时快速的完成偷渡人员的快速抓捕,如何加大边境防疫的力度,增大威慑力,这些问题。依然是我们未来要攻克的课题。

参考文献:

- [1]李书文.刘宁主持召开自治区新冠肺炎疫情防控指挥部工作会议[DB/OL].(2022-03-18).[2022-6-20].http://www.qinzhou.gov.cn/xwdt_239/zwyw/202203/t20220318_3749467.html
- [2]杜兰.雷达高分辨距离像目标识别方法研究[D].西安:西安电子科技大学,2007:1-14
- [3]王晓丹,王积勤.雷达目标识别技术综述[J],现代雷达,2003(5):22-26
- [4]郭鹏程,王晶晶,杨龙顺.雷达地面目标识别技术现状与展望[J],2022,29(2):1-12
- [5]杨坤,张永福.基于 AI 图像识别技术的架空乘人装置智能控制系统设计及应用[J].电气工程与自动化,2021,27:13-14
- [6]耿山,吕建中.基于 AI 技术的无人机机载前端智能图像识别[J],河北电力技术,2022,41(1):16-19
- [7]韦复国,邱世平.激光雷达技术在森林资源监测中的研究进展[J].林业调查规划,2021,46(1):18-22
- [8]张汉焘.基于物联网的架空乘人装置无人值守系统的应用[J].机械管理开发,2019,34(8):214-215.
- [9]张继贤,刘飞,王坚.轻小型无人机测绘遥感系统研究进展[J].遥感学报,2021,25(3):708-724
- [10]宋迎东.地面活动目标识别算法的研究[D].哈尔滨工业大学硕士论文,2008,(11)
- [11]刘治甬,徐海洋.基于数字波束形成侦察技术研究[J].现代信息科技期刊,2020,15(8):70-75
- [12]胡国庆.无线局域网技术及其应用[J].中国无线电期刊,2007,7(11):5-8
- [13]孙华明.2.4GHz 高速数据传输系统发射前端的设计和研制[D].上海交通大学硕士论文.2005,(12)