

# 鸟类自动识别技术在盐城珍禽自然保护区 鸟类调查中的应用

李征浩,陈国远,赵永强,张亚楠,李春荣,陈浩\*

(江苏盐城国家级珍禽自然保护区管理处,江苏 盐城 224057)

**摘要:**常规鸟类调查方法有样线法、样点法、标图法、标记重捕法、鸣声回放法、聚集地调查法等,需要调查人员具有丰富的经验和知识,且耗费大量人力,不能长期全天时监测鸟类情况。基于此,盐城珍禽自然保护区探索采用鸟类自动识别技术,取得较好的效果,在天气良好状态下对50种重点鸟类进行有效识别,识别正确率逾95%,与人工巡检相结合,有着十分重要的应用推广价值。该研究还针对在应用中发现的问题提出了合理改进措施和建议。

**关键词:**鸟类;调查;自动识别;应用;盐城珍禽自然保护区

**中图分类号:**Q151.9;Q958.15<sup>+</sup>5;Q959.7;TB877

**文献标志码:**B

**doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2022.02.008

鸟类作为湿地的指示性物种,其种群分布与数量对湿地生态系统健康评价具有重要意义,鸟类调查是湿地保护区的重要工作之一。然而,鸟类调查监测长期依赖于人工经验积累和野外调查统计<sup>[1]</sup>,调查监测人员的工作强度大,还必须具备丰富的鸟类识别经验和知识,给鸟类的长期监测和保护带来了较大的难度。随着计算机技术的快速发展,尤其是近几年大数据分析技术的广泛应用,基于计算机视觉技术开展鸟类识别逐渐应用到鸟类日常监测和调查中来<sup>[2-4]</sup>。鉴于该技术在鸟类识别中的重要生态价值,盐城珍禽自然保护区近年来将鸟类自动识别系统应用于鸟类调查,取得了较好的成效。现对比常规鸟类调查方法,在总结盐城珍禽自然保护区传统的调查方法以及应用鸟类自动识别技术的基础上,分析鸟类自动识别技术的优势、存在问题和改进建议,并对其应用前景和研究进行展望。

## 1 常规鸟类调查方法

常规的鸟类调查方法有样线法、样点法、标图法、标记重捕法、鸣声回放法、聚集地调查法等<sup>[5]</sup>,

其中,标图法是最精确的一种方法<sup>[6]</sup>。但是由于需要众多经验丰富的观察者进行大量的工作,且不适用于复杂的生境条件,又投入巨大,故此方法只在欧美少数国家得到应用。我国目前鸟类调查中最常使用的方法是样线法和样点法<sup>[7]</sup>,而标记重捕法、鸣声回放法、聚集地调查法应用则比较少<sup>[8]</sup>。

(1) 样线法:在调查地点选择多条样带线,通过肉眼或借助10倍双筒望远镜和60倍单筒望远镜在开阔生境中,观察、记录鸟类的种类及数量分布,并通过GPS定位,在地图纸上标记出样带位置。

样线法不受季节限制,灵活性强;易于发现鸟的种类多,但只适用于平坦、简单地势,且需花费大量时间和精力,前进速率不易维持稳定。

(2) 样点法:样点法主要是根据数个固定样点,借助10倍双筒望远镜和60倍单筒望远镜,以点为中心形成一个圆形区域,直接计数一定面积内的鸟类和数量。

样点法易于实施、随机化或系统化,适合于复杂及斑块化生境,但调查的精度较低,只能观察到调查地区的部分鸟类个体,效率较样线法低。

**收稿日期:**2021-12-06;**修回日期:**2022-02-21

**基金项目:**江苏省林业科技创新与推广项目“江苏盐城滨海湿地鸟类视频自动识别监测”(LYKJ[2019]25);江苏省社会发展重大科技示范项目“盐城湿地生态保护特区生物多样性保护与栖息地恢复科技示范”(BE2018681)

**作者简介:**李征浩(1989-),男,山西长治人,林业工程师,硕士。主要从事自然保护区管理、鸟类保护等方面研究。E-mail:lizhenghao9999@163.com

\* **通信作者:**陈浩(1966-),男,江苏盐城人,农业推广研究员,大学本科毕业。主要从事自然保护区管理、野生动物繁育与保护等方面研究。E-mail:yennrhc@163.com

## 2 盐城珍禽自然保护区常规鸟类调查

江苏盐城国家级珍禽自然保护区,地处江苏中部沿海,拥有大陆海岸线 582 km,面积 24.72 万  $\text{hm}^2$ ,是我国最大的淤泥质海岸保护区、国际重要湿地、世界生物圈保护区、东亚-澳大利西亚鸟类迁徙路线上的热点保护区。其独特的地理位置、淤积於涨型海岸带、丰富多样的生态系统,使得盐城保护区成为众多鸟类的重要栖息地和觅食地,每年有 600—800 只丹顶鹤来此越冬,有 300 万只迁徙的鸕鹚类候鸟在此停留觅食。随着鸟类越来越多,鸟类调查工作日趋重要。

盐城珍禽保护区是国内最早开展鸟类调查的保护区之一,保护区成立之初,主要针对重点保护物种丹顶鹤开展野外调查,后来逐步规范化和专业化,并逐步扩展鸟类调查对象。2012 年环境保护部开始启动全国生物多样性监测项目,覆盖保护区全方位进行四季鸟类监测,规范化采用样线和样点法调查,主要倾向于水鸟调查。2019 年,保护区鸟类调查人员将盐城滨海湿地划分成 36 个  $10\text{ km} \times 10\text{ km}$  调查网格,在每个网格中设定样点、样线,共 120 个,从北到南涉及响水县、滨海县、射阳县、亭湖区、大丰区、东台市共 6 个区县。重点调查区域为保护区核心区与有较多鸟类栖息繁殖的地区,调查内容为:湿地鸟类物种组成、分布、种群数量、生境类型,湿地鸟类栖息地保护现状与受威胁因素,珍稀濒危及保护物种的种类、数量特征、分布状况、生境特征、保护现状、受威胁状况等。由于盐城珍禽自

然保护区地处沿海,面积大,生境复杂,鸟类调查常受地域和天气条件限制,调查结果准确性受制于调查人员的经验知识和调查频度等,而基于计算机视觉技术的鸟类自动识别技术,全天时更加高效精准对越来越多的鸟类进行监测和调查。

## 3 盐城珍禽自然保护区鸟类自动识别技术应用

### 3.1 鸟类自动识别技术原理

在鸟类自动识别过程中,使用卷积神经网络的图像识别算法和基于以太网标准化接口数据形成了人工智能(AI)平台。人工智能中的图像识别技术,其产生目的是为了计算机代替人类去处理大量的图像等物理信息,是人工智能中最为重要的技术之一。图像识别技术的过程分为信息的获取、预处理、特征抽取和选择、分类器设计和分类决策。鸟类识别流程见图 1。

前期通过收集大量鸟类样本图片,对样本图片进行标注并利用算法进行训练形成识别模型样本库。鸟类识别过程:首先通过摄像机捕捉鸟类视频,对视频进行每帧画面分割,降噪处理,精准定位鸟类头部、身体部位(翅膀、羽毛等特征)并进行特征提取,得到特征向量,进而将若干特征向量组合成一个数据集,运用深度学习算法,与训练好的模型特征比对,提取各种鸟类体貌特征,实现对视频画面中的鸟类进行多目标实时捕捉和自动识别分类,最后将结果反映到显示器。

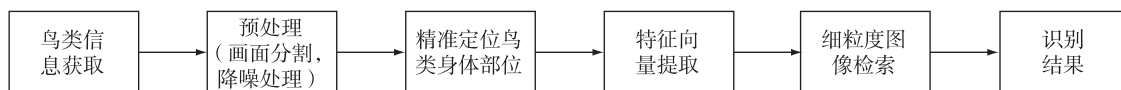


图 1 鸟类识别流程

图像检索,即将获取的照片与识别模型样本库进行对比匹配得出识别结果的过程。传统的图像检索大多针对通用物体,比如在一些变化不特别大的刚体之间搜索,如不同角度、光照下拍摄的建筑物等,难以准确应用于更精细的场景,如给定 1 只鸟的照片,让系统在 200 多只各类鸟中找出同类的鸟,这时需要寻求新的卷积神经网络算法来完成细粒度图像检索任务。在进行细粒度分类时,借用了做图像检索时的思想,即“定位主要物体,去掉无效描述”。具体而言,通过对分析对象添加关键点,进而

生成关键部位,从而生成有关识别对象的边界框。用生成的边界框内部图像来训练一个分割网络,学习针对具体识别对象的边界图,根据习得的边界图,生成了对应物体整体、头部、身体的 3 个网络。在这些网络的最后一层卷积张量上进行对应的深度描述子筛选与融合。最后,将融合的结果进行级联,便可以让模型完成最后的细粒度识别任务。

### 3.2 盐城珍禽保护区鸟类自动识别技术应用实践

盐城珍禽自然保护区从 2017 年开始应用鸟类自动识别技术,在保护区内架设高空远程视频监控

设备。2020年在盐城射阳1号水库、盐城珍禽保护区核心区大泗阳、东台条子泥布设专用于监测鸟类的摄像头,同时利用专线建立局域网,布置1台图像采集交互服务器,服务器将前端影像进行数据处理和清洗,将有效数据传输到识别服务器,识别服务器将识别结果和业务服务器进行信息传递;通过基于卷积神经网络为核心的深度学习野生动物优化的识别算法、依托高算力的GPU算力云,结合网络的高速低延时传输等技术,共同完成对水鸟的精确监测,最终将识别数据在一体化平台进行输出。

### 3.2.1 样本处理

(1)样本采集:在保护区内实地采集鹤类、鹭类、雁鸭类、鸬鹚类等重要鸟类样本,根据季节变化,每种鸟类至少500张图片,10个3 min以上视频,作为深度学习的样本数据。

(2)样本筛选标注:把采集到的图片、视频等样本经过数据清洗选出适合训练的样本后,利用自动标注软件将目标鸟类在实地图片中标注,形成统一标准的XML文件供机器学习使用。

(3)样本训练:将标注完成并生成的标准XML文件导入训练服务器,训练服务器中物种识别训练算法开始机器学习后得出训练结果,可用于识别实地的物种名称、数量。

3.2.2 组网方案 前端数据采集服务器将摄像头采集到的视频经过数据加工发至本地识别服务器,识别服务器接收图像并进行算法识别,再将识别结果和相关信息发送至用户的业务服务器,业务服务器根据收到的结果进行业务处理即可。业务服务器还可与声光告警装置连接,当出现特定鸟类,可以进行声光提醒。

3.2.3 算法及算法服务器 基于150多层的卷积神经网络架构搭建的深度学习算法模型可以对微小的野生动物进行精确的识别,同时联合开发依托于Nvidia, Rockchip 和 Bitmain 等的芯片,部署在集群环境和边缘盒式产品中,使得识别速度快且算力性价比高。

3.2.4 训练库样本及知识库解决 通过监控收集样本图片,利用标注工具对样本进行标注,将标注好的样本导入训练服务器进行训练,训练完成后将识别模型导入到识别服务器;将物种信息录入到管理分析平台,需要进一步了解物种的属性等专业信息时,只需将鼠标点击物种图片即可显示该物种详细的信息。

3.2.5 识别结果展示 在设备使用过程中会记录和积累鸟群的出没种类、数量及时间周期,根据关注鸟种出没情况,做云台控制,跟踪目标鸟种,保存目标鸟种的视频信息。在前端设置中增加1台含有GPU的台式机,可将人工智能物种识别技术直观地进行展示。

目前鸟类自动识别系统中收集物种图片约10万张,收集物种视频约40 h,建立鸟类知识库物种1 226种,建立鸟类识别模型634种,其中针对盐城珍禽自然保护区鸟类库中常见水鸟100种,重点鸟类识别模型50种。目前在天气良好状态下对50种重点鸟类识别率超过95%。

### 3.3 鸟类自动识别技术优势

3.3.1 突破地域限制,全方位覆盖 只要在前期布设高清摄像头,可实现任何地域的360°全景、无盲区和无死角监测,克服由于湿地保护区面积大、范围广、人员难进入的困难,相比传统的人工鸟类监测方法,观测范围更广,节省大量人工。

3.3.2 全实时监测,无视恶劣天气条件 利用摄像机对水鸟进行7×24 h不间断监测,克服人工监测遇特殊情况如风雨、冰雪等无法监测的情况,对于研究鸟类在恶劣条件下生存方式,救助手段具有重要意义。

3.3.3 实现真正意义的同步调查 常规鸟类同步调查,是指在1至数天内,很多个调查小组对整个区域进行调查,只能尽可能避免因鸟类飞行移动产生的重复计数,但结果仍不够准确,且准确率不好估计。鸟类自动识别技术可将同步调查的时间限定在某一时刻,实现真正意义上的同步调查,完全避免重复计数。

3.3.4 统一识别方式,结果更准确 传统人工因每位调查人员的认知、判定鸟种的能力水平不一、野外调查时观测设备不同会导致识别结果出现误差,从而出现识别结果的不唯一性。使用统一算法识别、AI计数,结果准确,且调查时间越长,次数越多,样本数量越大,识别结果会越来越精确。

3.3.5 一次性投资,长期使用 鸟类自动识别系统具有一次性投资,长期使用的特性,同时具有实时监控,自行设置调查频率,节省大量人力和物力。

### 3.4 存在问题及改进建议

3.4.1 摄像头监测范围重合 摄像头的拍摄范围是以摄像头为圆点,摄像头拍摄距离(目前是2—3 km)为半径的圆形区域内。若摄像头云台自动旋



转获取边界内的数据自动识别,导致重复计数,造成数据不准确,可从 2 个方面考虑解决:(1)人为划定获取摄像头数据的范围,在摄像头可见范围内设立固定标记物,对监测区域进行划分,框定识别分析的有效范围,设定摄像头云台旋转周期与视频流抓取频率,减少重复。需要注意的是,该措施要求及时更新实景地图,实现地图与实景拍摄范围的高度重合;(2)在程序中加入环境自动识别功能,若出现相同环境,则只选取最清晰图像的数据进行分析记录。

**3.4.2 难以自动获取清晰图像** 摄像头难以对远距离目标进行自动对焦是目前视觉识别方面存在的客观技术问题。虽然摄像头拍摄范围比较广,能监测到人工调查无法进入的区域,但是在摄像头可控测范围内,鸟类分布比较分散,若不调整焦距将无法获得清晰照片。保护区目前已布设的摄像头有自动对焦功能,但多目标存在,摄像头不能进行区域对焦。对不同关注目标需要人工调整焦距才能获取清晰图像。针对硬件缺陷,目前主流做法是更换摄像头,提高设备的性能水平。摄像头更换有 2 个方面建议:(1)选取有自动对焦功能的摄像头。例如,华为二郎杨系列摄像头已经具备对多重目标自动对焦功能,但由于该款摄像头还未上市,未知具体参数、功能及效果,无法评价其效用,可在今后量产后开展相关测试和应用;(2)选取超高像素摄像头。推荐安迪科螳螂系列摄像头,像素提高到 10 亿级,仿生苍蝇复眼具有的“超远距,大视角,全范围细节无所不见”等特性,在不用对焦的情况下,单一视频均可捕捉全部细节,即获取视频之后,仍可以进行缩放功能操作,利用精细化视频或图片利于鸟类自动识别。

## 4 应用前景及鸟类调查研究中的展望

### 4.1 取代样点样线法

因样点观测半径和样线长度一般在 3 km 之内,目前主流摄像头观测距离可满足要求,因此摄像头

布设在样点中心和样线 2 端(若样线有拐点,可在拐点处加设)可取代人工进行样点样线调查。

### 4.2 鸟种峰值相加法

鸟类虽然飞行迁徙,但在固定区域较短时间内的鸟类种群和数量可认为是一定的,这也是水鸟同步调查的理论基础。以保护区参加的黄、渤海水鸟同步调查为例,一般在固定时间段(5—10 d),沿黄、渤海水鸟迁徙线路全部调查,获取最终数据,最大可能避免重复计数,确保数据准确。

在固定区域较短时间内开展多次调查的情况下,每种鸟数量的峰值一般不会出现在同次调查中,因此将所有鸟种的峰值数据相加,更能反映保护区内的鸟类种群情况。鸟类自动识别技术,为在固定区域较短时间开展多项调查提供了可能。

总之,视频监控技术和软件技术的发展对鸟类调查提供了新的思路,相对传统人工调查的方法,鸟类自动识别调查技术可大幅提升调查效率,扩大调查范围,为鸟类调查工作开辟了新的方向。

### 参考文献:

- [1] 刘 坚.基于深度神经网络的鸟类图像识别系统设计[J].农业装备与车辆工程,2019,57(9):113-116.
- [2] 张晓伟,王建凯,祁希墨.人工智能在鸟类保护系统中的应用[J].湿地科学与管理,2021,17(2):61-64.
- [3] 高 强.基于 BP 神经网络的图像识别方法[J].电子世界,2017(17):59.
- [4] 冯 振.基于卷积神经网络的鸟类图像识别研究[D].重庆:重庆理工大学,2021.
- [5] 蔡音亭,干晓静,马志军.鸟类调查的样线法和样点法比较:以崇明东滩春季盐沼鸟类调查为例[J].生物多样性,2010,18(1):44-49.
- [6] 周雯慧,朱京海,刘合鑫,等.湿地鸟类调查方法概述[J].野生动物学报,2018,39(3):588-593.
- [7] 朱淑怡,段 菲,李 晟.基于红外相机网络促进我国鸟类多样性监测现状、问题与前景[J].生物多样性,2017,25(10):1114-1122.
- [8] 伦可环,张雁云,夏灿玮.基于声音指数的鸟类多样性监测[J].生物学通报,2017,52(11):1-5.