

Application of UAV Inspection System on Expressway

Zefeng Shen

Chongqing Zhongyu Engineering Consulting and Supervision Co., Ltd., Chongqing, 400067, China

Abstract

The UAV automatic highway inspection system adapted to the smart hangar can effectively monitor the large-scale areas of highways from the air. Quick access to the highway high resolution multi-source remote sensing image, through a simple software to complete a key to the original data, the results into the depth of the custom algorithm module, need not operation personnel with professional knowledge, can automatically complete the inspection route planning, the road spam detection, emergency lane inspection, vehicle recognition, and other functions, the role of highway inspection beforehand in the integration, it provides data support and law enforcement basis for the conventional highway monitoring mode and assists users in planning macro-measures in the field of highway, which has obvious advantages in practical use. Based on this, this paper discusses the application of UAV inspection system in highway in detail.

Keywords

expressway; UAV inspection system; advantage; application

无人机巡检系统在高速公路上的应用

申泽峰

重庆中宇工程咨询监理有限责任公司, 中国 · 重庆 400067

摘 要

智慧机库适配的无人机自动进行高速公路巡检系统, 能够从空中对高速公路分布的大范围区域进行有效的监测。快速获取高速公路高分辨率多源遥感影像, 通过简单软件完成对原始数据的一键化处理, 其成果导入深度定制的算法模块, 无需操作人员具备专业知识, 即可自动完成巡检航线规划、路面垃圾检测、应急车道巡检、人车识别等功能, 实现高速公路巡检作用的预处理一体化, 为常规高速公路监测模式提供数据支持及执法依据, 辅助用户规划高速公路领域的宏观措施, 在实际使用中优势明显。基于此, 论文对无人机巡检系统在高速公路中的相关应用进行详细探讨。

关键词

高速公路; 无人机巡检系统; 优势; 应用

1 引言

高速公路具有距离长, 车辆速度快等特点, 传统巡查依靠人员和固定摄像头巡检, 传统的人工巡检方法不仅工作量大, 而且工作人员安全系数低, 导致警务工作效率低、所花时间长、人力成本高。而且传统摄像头存在受自然条件安装位置的制约程度大、视角盲区多等缺陷, 也为巡检工作带来了不便。

现代无人机具备高空、远距离、快速、自行作业的能力, 可以快速巡线。同时, 基于无人机采集数据的专业分析, 为高速公路管理和维护提供数据支持。但常见的无人机执勤受飞手手工操作、视线内飞行、飞行中人为不稳定因素的干扰、无人机的日常保存及养护、电池的续航能力等多方面因素的限制, 不能够自动化巡逻检查及应急出勤^[1]。可在日常

及节假日通行量大, 属于易发事故高速公路路段上设置无人机库, 通过无人机可实现路段巡检等功能。

2 无人机方案优势

2.1 先进性

系统采用无人机设备和纯数字信号传输方式, 采用 H.264 编码技术结合 4G/5G 无线调制技术, 适应发展的要求。

图 1 为无人机定位控制模式。

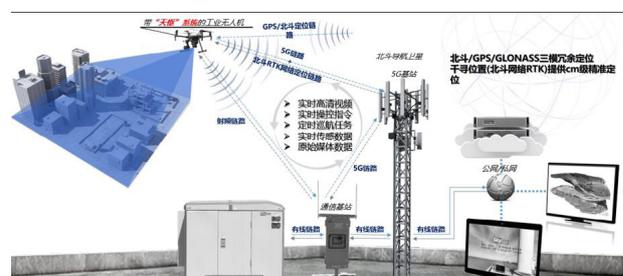


图 1 无人机定位控制模式

【作者简介】申泽峰(1976-), 男, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事公路机电系统研究。

2.2 经济性

充分考虑高速公路实际需求和信息技术发展趋势,根据环境需要,设计选用功能适合现场情况,采用4G/5G无线专网传输的解决方案,无需大规模布线,降低工程造价成本。前端设备无线传输安装调试方便快捷,后端平台搭建便捷,为用户实现了方便快捷的即插即用功能。

2.3 开放性

以现有成熟的产品为对象设计,同时还考虑到周边信息通信环境现状和技术的发展趋势,具有通讯口,可实现远程云平台控制。可以在无人机端搭载摄像机、雷达探测仪、气象探测仪、超声波探测仪、喊话器等多样信息采集、输出设备^[2]。

2.4 扩展性

系统设计中考虑到今后技术的发展和使用的需要,具有更新、扩充和升级的可能,并根据今后实际要求扩展系统功能。同时,方案在设计中留有冗余,以满足今后的发展要求。数据链系统可随道路延伸扩展,无人机可以在高速任意路段起降,与指挥中心实时通信与传输;信号传输不受高速沿线地形、地貌及距离影响。

3 建设目标

3.1 建立全域覆盖、空间立体的监控体系

将无人机飞控技术、网络通信技术、高精度定位技术、流媒体传输技术、集群调度技术、快速充电技术等先进技术应用于高速公路巡检工作中去,具体体现为能为无人机提供快速充电、数据交互、通信导航等基础服务的无人机地面机库,搭载全高清大光学变焦云台、多光谱云台的无人机这一天空端载具,能实现路线规划、自动排班、图像传输与采集、结果生成与输出等功能的无人机调度中台与终端,地、空、云、端四位一体的无人机自动化作业体系,从而实现对整个目标区域的快速、机动、高频的巡检。

3.2 建立远程化、自动化、快速化的巡检机制

无人机根据规划航线并自动巡航至目的地上空,第一时间将现场画面传回监控指挥中心,监控人员可以实时看到高速公路区域情况,并且可以随时接管无人机操控,对目的地现场的情况做更细致的观察。无人机可按照1km/min的速度快速巡检,一次飞行能够完成10km左右的巡检,并拍摄取证^[3]。

3.3 打造感知、识别、派单、处置一体化的多场景应用体系

无人机作为“会飞的探头”,其本质上首先是一种数据采集设备,但想要切实有效地为高速公路巡检工作提供协助,必须解决数据回传后的分析、诊断、派单乃至决策与处置环节,形成数据流转、数据处理以及成果可视化的“一条龙”系统结构。因此,在提供无人机标准飞行能力(即无人机自动起降、自动巡航、自动图传的能力)基础上,利用无

人机实时回传的图像与遥测数据以及无人机采集的静态媒体数据,针对性地开发不同应用场景的独立应用程序,通过人工智能技术实现对高速公路环境的智能识别,无人机在自动化巡飞的过程中利用机载计算模块实时发现各类情况,及时拍照取证、位置标定并在第一时间内生成工单或报告。

4 应用场景

4.1 路面巡检

无人机巡检系统具有GIS自主规划航线,巡检任务自由设定等功能,实现了高空全覆盖、无死角的高速巡防工作。巡防人员通过无人机反馈回的视频画面,可以实时掌握路面情况,第一时间将有效信息反馈给应急指挥中心,对突发情况做到了早发现、早制止、早查处,有利于及时、准确地预防、处置路面垃圾、路面损坏等问题。采用AI智能算法,能够实现自动化识别路面垃圾、破损等问题^[4]。

4.2 事故处理

无人机接到事故通报起飞后,5分钟赶到事故现场,通过无人机传回的高清视频,中控室人员能够远程判断事故情况,系统自动记录车牌,管理人员可通过机载网联喊话系统通知事故车辆离开,避免高速长时间拥堵,无需交警到达现场,降低事故处置时间。紧急情况下,无人机可以利用机载的交通信号灯、警报器等装备,担任空中电子警察,减少因事故造成的交通拥堵。极端情况下可以应急处置协助救援,旋翼无人机可以避开拥堵的车流和人群,可以直接降落到现场投送急需的物资。其中,图2为实时远程控制界面。



图2 实时远程控制界面

4.3 车流管控

无人机沿高速公路飞行,能够通过拍摄的高清视频实时检测车流数据,实时推送给控制中心,快速掌握车流信息。车流占用应急车道可实时识别,快速记录车辆信息,通过网联喊话系统喊话引导车流,驱赶违法车辆。

5 系统构成

无人机智能巡检系统作为全自动无人值守解决方案,主要由无人机、机场配套系统、机场后台及管控平台组成,系统采用“云一边一端”的应用架构体系。

云：管控平台按需制定并下发无人机巡检任务，对机场后台上传的数据进行缺陷识别和管理，实时查看无人机现场的图像、根据需求导出巡检报告等操作。作为机场系统的大脑，主要用于控制、检测系统的稳定运行，存储、转发无人机的采集数据，并为无人机下发巡检任务等^[1]。

边：主要包括机场本体、微气象系统、升降系统、空调系统、换电池系统以及充电系统等。机场本体用于存放无人机、安装系统的机械和电气控制设备；微气象系统用于检测巡检区域的气象数据；升降系统搭载无人机升降实现无人机的放飞和回收；空调系统保证机场系统在户外严苛条件下的正常运行；换电池系统用于实现无人机电池的更换操作。

端：无人机作为执行任务的“端”，搭载根据业务需求支持搭载多种类型负载，包括变焦可见光相机、热成像仪及第三方负载，自动完成对高速公路沿线大范围、快速、精细化巡检，在执行完任务后基于 RTK 定位技术及视觉导航实现精确降落回收。

6 智慧机库软件功能

无人机智慧机库的核心功能是云端自动飞行控制中心。云端操作系统可以实现以下核心功能。

6.1 远程无人机放飞与智能精准降落

集成无人机自动驾驶、中空集群调度、数据采集、传输、发布于一体的可视化云端操作系统。系统加入了普适性无人机自动驾驶软件，起降、空中驾驶水平接近 L4 水平。该系统先进的机器视觉与辅助算法实现无人机自动执飞，在复杂环境下完成厘米级自主降落回库，在业内处于领导地位。

6.2 云端任务规划

监控中心的操控人员可通过云端操作系统，在地形图中选包括高度信息在内的位置点作为（POI）兴趣点，然后推送该兴趣点至云端操作系统，云端操作系统再将该任务点下发至距离最近的可用机库，无人机自动起飞并飞临该兴趣点。

6.3 云端无人机操作

无人机自动飞行过程中根据需要可通过云端系统切换为人工操作，可完成特定飞行动作的执行，多次成功完成千里之外的远端无人机调度与飞行。

7 高速公路应用中的关键技术

7.1 具备恶劣天气的监控能力

恶劣天气是高速公路运营中的重大隐患，大雾、暴雨、结冰、大风等天气时交通事故突发概率大幅增加，也是无人机巡检系统出勤的高峰，对无人机自身提出更高要求。无人机自身飞控系统适应雨、雪、风、低温条件。信息采集系统可以采用非可见光传感器，如多光谱相机、红外相机、毫米波雷达、激光雷达等。利用无人机的高空能力，搭载气象检测设备检测高速公路沿线小气候区域，提供天气预警参考。

7.2 事件智能识别能力

传统高速公路机电系统中使用的车牌识别系统，主要是摄像机定点拍照识别，无人机是移动摄像机，车牌识别系统需要进行优化。

无人机巡检系统应具备路面状况、地质灾害、桥隧健康、沿线设施监控能力，在无人机端选择合适的信息采集设备，在管理平台端与之配套的智能识别软件。

7.3 软件、硬件针对高速公路环境的融合、定制

目前无人机技术、信息采集、高速公路监控系统软件均有成熟的产品，根据高速公路线路长、环境复杂、事件特点选择合适的设备，通过软件融合，实现智慧功能是关键。无人机与信息采集传感器的接口、重量的匹配，功能是否存在相互影响。数据链路建设，无人机巡检系统数据与高速公路已建机电系统的接入。无人机系统采集的数据与传统机电系统采集的数据存在差异，软件 AI 识别能力需要扩充。

参考文献

- [1] 靳朝,林富生,宋志峰,等.基于A星算法的无人机高速公路巡检应用研究[J].江苏科技信息,2022,39(6):32-35.
- [2] 李磊.无人机系统在高速公路通信工程技术的应用[J].设备管理与维修,2022(6):107-108.
- [3] 何鹏程.无人机影像在高速公路检测中的应用研究[J].智能城市,2022,8(4):26-28.
- [4] 孟繁和,吕婷,宣林川,等.警用无人机高速公路大范围巡逻系统设计与应用[J].软件,2022,43(4):18-21.
- [5] 田芳,王珂.基于5G+4K的无人机高速公路自动化巡检研究与应用[J].江苏科技信息,2021,38(6):55-59.