

5G+ 警用无人机在智慧安防领域的应用研究

胡剑飞¹ 丁 宁¹

HU Jianfei DING Ning

摘 要

5G 作为新一代的移动通信技术,不但具备更高速率、更低时延、更大连接及更高可靠性特性,还推动了人工智能和移动边缘计算技术的发展。凭借 5G 网络的大带宽、低时延、广连接等特点,结合人工智能、边缘计算等技术,5G 警用无人机实现了与指挥调度系统的无缝集成,以及与前端各类安全防控场景的精准对接。5G 技术与警用无人机技术的结合,有力推动了警用无人机在智慧安防领域的创新应用,实现智能监控、智能预警、自动化应对和大数据分析,以构建起立体化智慧安防体系,更好地实现预警和快速响应,为警务工作的开展提供必要的技术手段。

关键词

5G 网络; AI; MEC; 警用无人机; 智慧安防

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.02.045

0 引言

当前我国正处于社会转型的关键阶段,各社会阶层之间的利益诉求日益多元化。城市规模不断扩大,城市结构日益复杂,犯罪手段日趋专业化,犯罪方式日趋隐蔽。同时,随着经济和社会的发展,人们对公共安全、治安防控的要求也越来越高。这些情况都给公安机关的工作开展带来了

新的考验,向科技要警力已经成为安防领域的大势所趋。^[1]在此背景下,构建新型智慧安防体系成为在信息化条件下,公安机关维护国家安全,维护社会秩序,保护公民的人身财产安全,保护公共财产,预防、制止和惩治违法犯罪活动的重要保障。

5G 技术的引入,推动了警用无人机在智慧安防领域的创新应用。5G+ 警用无人机以其灵活机动、快速隐蔽、安全高效以及便于融入警务工作体系等特点^[2],有效地弥补了传

1. 中通服咨询设计研究院有限公司 江苏南京 210019

[4] 魏航信,张青.基于深度学习的示功图多混合故障诊断[J].机电工程技术,2022,51(3):112-116.

[5] 商敬量.基于深度学习的游梁式抽油机故障诊断研究[D].大庆:东北石油大学,2023.

[6] 周志华.机器学习[M].北京:清华大学出版社,2016.

[7] 刘倩倩.基于 stacking 模型的房屋租赁价格回归算法研究[D].阜阳:阜阳师范大学,2023.

[8] 王辉,李昌刚.stacking 集成学习方法在销售预测中的应用[J].计算机应用与软件,2020,37(8):85-90.

[9] 王飞,黄涛,杨晔.基于 stacking 多模型融合的 IGBT 器件寿命的机器学习预测算法研究[J].计算机科学,2022,49(S1):784-789.

[10] SIGLETOS G, PALIOURAS G, SPYROPOULOS C D, et al. Combining information extraction systems using voting and stacked generalization[J].Journal of machine learning research, 2005, 6(3): 1751-1782.

[11] 张仲华,赵福媛,郭钧枫,等.柯西自适应回溯搜索与最小二乘支持向量机的集成预测模型[J].计算机应用,2022,42(6):1829-1836.

[12] 姚鹏飞,涂亚楠,王瑞红.基于随机森林算法拖拉机齿轮箱故障诊断研究[J].农机化研究,2024,46(3):246-251.

[13] 周晓敏,郝勇凯,丛文韬,等.基于梯度提升决策树模型的冷连轧机颤振研究[J].振动与冲击,2021,40(13):154-158.

[14] 闫星宇,顾汉明,肖逸飞,等.XGBoost 算法在致密砂岩气储层测井解释中的应用[J].石油地球物理勘探,2019,54(2):447-455+241.

[15] 许德刚,王再庆,郭奕欣,等.鲸鱼优化算法研究综述[J].计算机应用研究,2023,40(2):328-336.

[16] 郝芄斐,池瑞,屈志坚,等.求解铁路物流配送中心选址问题的改进灰狼优化算法[J].计算机应用,2021,41(10):2905-2911.

[17] 夏学文,刘经南,高柯夫,等.具备反向学习和局部学习能力的粒子群算法[J].计算机学报,2015,38(7):1397-1407.

【作者简介】

张涵钰(1991—),女,黑龙江兰西人,中级工程师,研究方向:信息工程。

(收稿日期:2023-11-27)

统陆域安防手段的不足，成为构建空域、陆域、水域“三域一体”的新型智慧安防体系的重要一环。

1 警用无人机的应用及问题分析

1.1 警用无人机在智慧安防中的应用

警用无人机是指以无人机为载体，配备相关分系统以执行警用任务的设备。因其安全、高效、机动、灵活、功能多、成本低的优势，被广泛应用到反恐处突、犯罪侦察、抢险救灾、消防救援、聚众驱散、巡逻与监控、交通管理、大型集会安防以及应急通信等各个领域。

1.2 传统警用无人机技术目前存在的问题

由于警务工作的特殊性，警务无人机的通信系统具有关键性的通信需求。需要能够在长距离范围内与地面控制中心或其他飞行器进行稳定的通信；需要能够传输大量的高清视频、图像或传感器数据；需要满足自动驾驶、紧急救援等需要低时延的通信；需要具备对快速变化的位置和速度进行快速调整的能力，以保持稳定的连接；需要能够同时与多个地面控制站或其他飞行器建立连接。无人机通信系统的设计应充分考虑这些需求特点，以满足不同应用场景下的通信需求。

目前警用无人机普遍使用以下三种方式进行通信连接：

(1) 2.4 GHz、5 GHz 公共频段 Wi-Fi 制式的点对点传输方式；
(2) MESH 自组网方式；(3) 1.4 GHz 频段 LTE 公安专网方式。由于频段特点、频谱资源以及网络制式等多种因素的限制，出现信号不稳定、传输距离远、信道干扰等情况，导致视频传输不稳定，影响数据的正常传输，经常面临通信带宽不足、数据实时采传时延过长、信号质量差等方面的局限性，尚不能很好地支持高速率、高可靠、低时延等特定场景的需求。

(1) 飞行高度影响信号传输质量。随着高度升高，出现无主导小区覆盖、信号杂乱的情况，导致现有网络的覆盖强度不足或干扰过大，难以满足多高度的无人机覆盖需求及连续可靠的传输需求。

(2) 带宽容量不足，难以满足大密度高清视频等业务的需求。

(3) 时延较高。现有网络架构设计难以满足高可靠低时延的控制指令传输需求及实时图传需求。

(4) 传统的数据采集模式和传输模式难以满足各种新式警务应用的实战需求。

(5) 警用无人机与各新型警务应用的融合有待进一步加深。需要不断进行技术创新和业务探索，结合实际需求进行更加精细化和个性化的定制。

(6) 由于目前无人机的使用对飞控技术和操作能力的要求较高，需要进一步提高无人机的自动化水平，以降低操作难度。

(7) 目前无人机存在着型号繁杂、标准统一困难、设备兼容性差，以及承载网络不兼容等情况，无法实现良好的

互联互通。

2 5G 技术的特点及对 AI 和 MEC 技术的推动

5G 技术全面提升速率、时延、覆盖等网络性能指标，为警用无人机提供增强移动宽带、高可靠低时延以及大连接能力。此外，5G 技术通过引入 MEC、网络切片、NFV/SDN 等多项新技术，为警用无人机的智慧安防应用需求提供新的技术保障。

2.1 5G 技术的特点

5G 技术定义了三大应用场景：增强型移动宽带（eMBB），低时延、超可靠通信（uRLLC）和海量机器类通信（mMTC）。

为了满足复杂的应用场景对速率、时延、功耗等多方面的要求，5G 采用了一系列的新技术。

(1) 移动边缘计算

移动边缘计算（MEC）在网络边缘实现 MEC 应用和云计算服务，就近提供最近端服务，以实现低时延和快速响应。

(2) 网络切片

网络切片即按需组网技术，根据应用的不同网络需求，在同一个物理网络上分离出多个端到端的虚拟网络，在逻辑上相互隔离且独立运行。一方面节约了部署成本，另一方面保证了一定的安全性和资源按需占用。

(3) NFV 和 SDN

NFV 即网络虚拟化，它将网络中的各种功能通过软件的方式虚拟化，通过虚拟化技术来降低网络的成本和复杂度，以降低网络的建设成本和运营成本。

SDN 即软件定义网络，它将网络的控制平面与数据平面分离，通过集中式的控制器来进行管理，从而提高网络的灵活性和可编程性，更好地满足不同应用的需求。

2.2 5G 技术对人工智能和移动边缘计算等技术的推动

人工智能技术（AI）的各种应用对承载网络提出了不同的需求，进而需要定制化的网络，根据应用需求实时动态地进行调整，满足快速变化的业务需求。5G 技术为 AI 技术的落地提供了良好的支持，通过网络切片为 AI 应用定制网络，实现网络功能与数据的按需配置。5G 的超大规模连接功能，将推动不同的产业及应用领域间的数据互联与有效应用，以支撑 AI 深度学习。

同时，由于 5G 技术具有较高的数据传输速率、低延迟和更大的容量，使得边缘计算能够更高效地处理和存储数据，减少了数据传输的延迟和网络拥塞的风险，使得设备能够更快、更可靠地连接到边缘计算资源，从而支持更复杂、更丰富的数据分析和高度计算密集型的应用。

因此，5G 技术为 AI 和 MEC 技术的发展提供了更有力的支撑，为智慧安防的创新应用提供了坚实的网络基础。

3 5G 技术与警用无人机的结合

警用无人机的通信需求主要包括覆盖范围、覆盖高度、

上下行速率、时延、可靠性、连接数、定位精度、安全性等方面。5G 网络均能很好地满足其要求。具体如表 1 所示。

表 1 5G 网络对警用无人机通信需求的满足程度

序号	分类	要求	5G 网络是否满足	对应的 5G 技术
1	覆盖范围	数公里至数百公里范围内	满足	5G 网络大规模建设
2	覆盖高度	几十到几千米范围, 大部分活动在 300 m 高度以下	满足	大规模天线、eMIMO 及波束赋形技术
3	下行速率	几十或几百千比特每秒	满足当前需求及未来自主飞行需求	eMBB 应用
4	上行速率	数 Mbit/s 至数 Gbit/s 范围	满足 2K、4K、8K 视频传输需求	eMBB 应用
5	时延	数百毫秒内	数百毫秒内	uRLLC 应用
6	可靠性	高可靠性	高可靠性	uRLLC 应用
7	连接数	需要能够支持多个无人机 / 机群与地面控制中心之间的稳定连接	满足	mMTC 应用
8	定位	需要具备高精度的定位能力	满足	北斗、多站定位技术、天线阵列技术
9	安全性	高安全性	满足	网络切片、数据加密、网络安全增强 ^[3]

警用无人机可利用自身携带的多种载荷及丰富的感知系统及时地获取各类安防场景中的信息和数据。结合 5G 技术,一方面实现人机协同、多机协同和深度交互;另一方面,可以与指挥调度中心之间实现视频回传、实时监测、遥控处置、数描画像、态势评估、趋势预测、智能预案、指挥联动等,从而极大地延展了警用无人机在智慧安防领域的应用。^[4] 系统如图 1 所示。

5G 与警用无人机的结合可以提升警务工作的效率、精准度和响应速度,进而实现高效、精准的警务管理和服务。

(1) 5G 网络可以提升警用无人机的数据传输速度和实时性。5G+ 无人机可快速传输大量的图像、视频和其他数据,使后台管理人员可以及时获取现场的实时信息,从而做出快速、准确的响应。

(2) 5G 网络还可以提高警用无人机的定位精度。例如,在搜索和救援任务中,通过 5G 网络传输的无人机图像和定位信息,可以快速找到失踪人员或锁定犯罪嫌疑人位置。

(3) 5G 网络还可以实现无人机的实时调度和远程控制,提高警务工作的效率和响应速度。

(4) 5G 网络带来的 AI 技术提升和边缘计算能力也可以提升警用无人机的数据处理效率。一方面, AI 技术实现警用无人机的智能监控、智能预警、自动化应对和大数据分析,实现自动巡逻、识别异常行为、跟踪目标等功能。通过 AI



图 1 5G+ 警用无人机系统

算法的支持，无人机能够在复杂的环境中有效地监测和识别潜在的安全风险，从而提供更加高效的安防管理和监控服务。另一方面，在 MEC 技术的支持下，警用无人机可以在靠近数据源的地方进行数据处理和分析，减少传输时延和成本，提高工作的响应速度和决策效率^[5]。

4 5G+ 警用无人机在智慧安防领域的应用

5G+ 警用无人机在智慧安防领域具有广泛的应用场景，包括但不限于以下几个方面。

（1）实时监控治安：配备高清摄像头，对城市治安等情况进行监控。无人机可以在空中巡逻，对违法行为进行拍摄并传输回警务人员，便于警务人员对违法行为进行追踪处罚。

（2）反恐处突：5G+ 警用无人机可快速掌握现场情况，实时传输高清视频和图像，为反恐处突行动提供精准情报支持。还可搭载其他反恐技术设备，进行全方位监视和侦察，提高反恐处突的效率和安全性。

（3）聚众闹事处理：无人机能发挥快速高效、灵活机动的优势，实时跟踪事件的发展，帮助指挥人员进行指挥决策及处理。

（4）紧急救援：当灾害比较严重，救援没有办法及时到位的时候，无人机不仅可以将现场的情况传输出来，也可以将紧急物资送进去。

（5）侦察搜索：在复杂环境的侦察搜捕执行过程中，可以利用无人机在空中的优势，使侦察的视野变得更加宽阔，效率也更高。

（6）大型活动的安保：在举办一些大型活动的时候，人员密集、流动比较大，可以利用无人机高空的视野来完成大范围监控，并配合人脸识别技术，大大增强安防能力。

（7）自主飞行：自主飞行是警用无人机技术的重要演进方向。通过先进的导航系统和人工智能技术，警用无人机能够自主规划飞行路径、避开障碍物并自动执行任务。这大大提高了无人机的效率和安全性，降低了对操作人员的技能要求。

此外，5G 警用无人机还可以应用于湖泊禁捕巡视、交通道路执法、应急通信指挥、森林防火等领域。总之，5G 警用无人机的应用可以大大提高警务工作的效率和响应速度，同时也可以为公共安全提供更加全面和可靠的支持。

5 结语

随着 5G 技术的持续发展，相比于 4G 网络来说，5G 网

络具备更高的带宽、更低的延迟和更好的连接性能，为 AI、MEC、大数据等新信息技术的紧密融合发展提供了强大的网络基础。警用无人机通过 5G 技术，扩展了垂直空间的通信范围，实现了低空范围的广泛连接。借助 5G 技术高带宽、低时延、切片网络、高可靠性、大范围连接的能力和特性，通过远程监控、云端技术等现代软件技术^[6]，5G+ 警务无人机与固定式安防设备、高空天眼、警务机器人、AR/VR 智能眼镜、警务巡逻车、无人巡逻船等警务设备一起构建空域、陆域、水域“三域一体”式的立体化智慧安防体系^[7]。未来 5G+ 警务无人机与其他公安业务的紧密结合，将为公安工作带来诸多创新和改变。这种结合可以提高警方的响应速度、处置效率和创新力，为公众提供更加安全、高效、便捷的公共服务。同时，在警用无人机的使用过程中，也需要加强相关的管理，确保无人机技术的合规性和安全性，从而最大程度地发挥健康、有益的警务效应。

参考文献：

[1] 刘玉超, 李子月. 面向安防场景的智能网联巡逻车关键技术及应用 [J]. 电信科学, 2020(4):53-60.

[2] 武连全, 邹清龙. 警用无人机执法应用现状、问题与对策 [J]. 北京警察学院学报, 2021(4):36-43.

[3] 周德山, 唐俊胜, 王向龙, 等. 面向公安系统的 5G 专网分类及部署研究 [J]. 邮电设计技术, 2021(9):931-935.

[4] 范天伟, 胡云. 基于 5G 的空地一体化智慧新安防应用 [J]. 信息通信技术, 2019(S1):40-44.

[5] 郭鸿. 5G+ 移动边缘计算在智慧安防应用的研究 [J]. 广西通信技术, 2021(4):7-10.

[6] 冯盾, 田宁, 陆强, 等. 5G 无人机泛低空覆盖组网关键技术研究 [J]. 数字通信世界, 2023(3):17-20.

[7] 傅凌, 朱琦, 徐嘉崎, 等. 基于 5G 应用的水陆空一体化全域智能防控体系 [J]. 警察技术, 2021(2):13-16.

【作者简介】

胡剑飞（1982—），男，河南信阳人，硕士，高级工程师，注册咨询师，研究方向：通信网络规划与设计。

丁宁（1984—），男，江苏海安人，本科，高级工程师，一级建造师，研究方向：通信网络规划与设计。

（收稿日期：2023-11-28）