

智慧城市中 5G 与物联网通信融合技术应用实践

徐雁

中国电信股份有限公司宁波镇海区分公司 315205

DOI:10.32629/ems.v8i6.20613

[摘要] 智慧城市代表了当代城市发展的数字化、智能化发展趋势,物联网和通信技术分别是感知层的采集数据技术以及通信数据传输技术,二者的结合为实现城市的智能运行提供了基础条件。为了解决传统物联网存在通信带宽低,时延高等弊端,并满足连接容量大的问题,该文主要研究分析 5G 通信技术和物联网相结合的技术,阐述两者融合的原理,并创建分层融合的技术架构体系,在智慧交通系统、智能城市安全系统、地下管网检测系统、智慧能源系统的实景应用中进行实践,结果发现,该技术能够实现大量的设备互联,并在传输方面达到了毫秒级的数据传送,提高城市治理效率,但是在现阶段依然存在通信兼容性差、边缘计算弱、数据安全隐患及运维费用高等缺陷问题,本文就存在的问题提出改善对策,完善融合技术的应用,并对智慧城市建设大规模、精细化提供技术支持与实践依据。

[关键词] 智慧城市; 5G 通信; 物联网; 技术融合; 城市治理

一、引言

我国数字基础设施的逐渐完善,也标志着我国智慧城市建设进入深入实施阶段,无论是对城市的管理、民生、调配,还是其他的资源都已经朝着智能化、数字化方向发展。其中,物联网作为智慧城市中主要的感知手段通过各种不同的传感器和智能终端设备对城市的运行情况展开数据采集,然而传统意义上的 4G 网络和窄带通信模式已然不能适应如此庞大的联网设备数量及海量高清视频图像的数据传输需求,存在着高时延性、带宽小等劣势和不足,而基于第五代通信技术 5G 通信具备超大带宽、低时延及覆盖广的特点有效克服了物联网通信中的短板与不足,在此背景下 5G 技术和物联网通信融合发展成为当前智慧城市技术革新的势在必行。当前,5G 通信技术与物联网通信融合发展已经广泛地运用于智慧城市建设的各个领域,但在实际应用过程中还存在一定问题需要优化与改进。因此本文针对如何有效运用和发挥第五代通信技术与物联网通信融合发展相关核心技术进行深入探索,并结合相应的工程实践研究分析其应用逻辑,探究相关技术中存在的难点问题并提出优化策略,进而推动实现从表面到深入应用的全面变革和发展,助力我国城市智慧化进程的健康发展。

二、5G与物联网通信技术融合的关键技术

(一) 关键技术特性的互补机理

物联网技术的核心在于无处不在地感知。温湿度探测器、流量探测器、摄像头和定位设备可以用来检测城市内的多种环境指标、交通流量、能源以及安全信息,但是其通讯模块

均采用传统的通信模式。物联网的密度有限,并且 5G 的速度快,在高速状态下丢包率比较高^[1]。5G 主要分为 3 类场景,能够适应物联网的不同需求: eMBB 代表了增强移动宽带,支持高清视频、高容量的图像数据; uRLLC 是超高可靠低延时通信,适用于紧急处理和控制等对延迟比较敏感的场合;而 mMTC 则代表了海量机器类型通信,用于在较高的设备密度下同时联网。二者相辅相成,能够克服只应用其中一种技术造成的障碍问题,使感知数据得到更加有效地传输。

(二) 采用分层结构

从智慧城市的运行机制出发,设计感知层、网络层、平台层和应用层的融合技术结构,达到技术和机制的有效联动。首先,在感知层,以物联网终端为依托,实现各种传感器以及智能采集设备的配置,主要采集有关城市位置信息和状态信息以及环境数据,并配置轻量化通讯模块,完成基础性的封装工作。第二在网络层,构建 5G 宏站通信和微基站结合的城市全区域通信覆盖体系,借助 NB-IoT 窄带通信解决低功耗、低速率的设备联网问题并有效利用频率资源支持高速率业务设备传输需求。在平台层配置边缘计算和云端管理的计算服务系统,通过边缘节点进行数据的实时处理并提供存储与分析等管理服务;最后是应用层对接智慧城市交通控制、治安管控、能源分配等模块将分析结果作为治理控制指令进行下发从而达到智能化治理^[2]。

(三) 关键融合通信技术

一是 5G 蜂窝物联网优化空口协议设计,简化物联网终端通信流程设计,减少通信消耗功耗,适用于水表、燃气等低

频次数据采集的物联网设备。二是边缘通信协作技术,主要是在高密度的城市商圈、工业园区部署边缘节点,减少信息传输距离,避免云传输过程中的时延损失。三是异构网络集成技术,通过结合 5G、Wi-Fi 和 NB-IoT 等方式,根据终端需求自动调整通信方式,在保证传输速率的同时,降低终端能耗。四是加密传输技术,通过对物联网收集的数据应用 AES 加密算法包装数据,通过专用 5G 传输渠道保障信息传输安全性。

三、智慧城市5G与物联网通信融合技术的应用

(一) 智慧交通

智慧交通场景是技术落地融合最为成熟的案例,在城市道路部署车辆检测器,路况摄像头和信号灯智能控制设备,通过物联网实时采集车流量、车速以及拥堵区域等交通信息。基于 5G 的低时延能力将数据传输时延缩短至 10ms 以下,使交通管制平台可以实时接收道路交通状况,并调整信号灯持续时间。同时建立车辆间通信网络,能够实现 V2V 之间的车辆交互以及 V2I 与路侧的通信,使得车辆实时获取前方路况和事故警报等信息^[3]。在城市主干道应用后,该系统提升了 35% 路口通行效率并减少 40% 的交通拥塞时间;对于发生交通事故可以立即溯源事故位置,通过联动交警调度平台降低应急处理时间。另外,在城市快速路上部署测速和停车测量终端,依托 5G 回传的高清视频能力实现对违法行为的自动识别和及时上传从而达到管控交通的作用。

(二) 城市安防

通过部署 5G+物联网技术形成城市全覆盖的防控系统,涵盖小区、商圈、老旧小区和市政道路等区域。高清摄像仪智能终端设备与人体红外传感器和震动传感器进行安防采集信息的处理并使用基于 5G 的专用网络将高分辨率图像毫无卡顿地传输到监控中心,解决了传统摄像头只是储存而不是实时分析的痛点问题。采用五层级的警告机制来处理,完成从检测器中的不正常状态识别到边缘节点对信息进行预处理以及预警模型的智能风险评估,指挥中心决策,应急调度资源,实现整个循环闭环的过程管理^[4]。其中在高层抛物、燃气监测中,针对抛掷物的来源位置发现率提升了 94%,在发现有泄漏的瞬间到自动关闭阀门仅用了 28 s 时间,在消防紧急状况下,终端检测器在消防通道实时采集占道数据,并结合火灾发生后对车况导航进行联动以减少行车所需的时间,从而使得救火车到达现场平均时间缩减了 40%。

(三) 地下管网

地下管线具有隐蔽性和难查询的特点,属于城市弱项。

在给水管、排水管、燃气管、热力管网中分别安装压力传感器和液位传感器和腐蚀检测仪,运用物联网技术实现对管网运行状态全天候监测。依托 5G 大覆盖范围、抗干扰性强的特点,攻克地下空间信号传输的难题,使管网数据实时传输到市政管理平台中,通过对管道泄漏情况,压力异常等故障情况进行预判,自动生产检修报告,并推送给相关人员。通过改建地下管网监控系统,在某市中实现了管网事故率减少 52%、人工巡查成本降低 60%,实现了从被动抢修到主动预测转变的目的,有效维护地下管网安全运行,守住城市安全底线^[5]。

(四) 智慧能源

5G+IoT 智慧能源管理方案应用于城市电网、供水和供气等能源管理。针对智能电力方面,基于电压/电流监测终端采集配电设备运行的实时信息,借助 5G 网络进行毫秒级的数据上传,平台对配电负载进行动态调控,避免出现过载及压差等问题;对于民用能源来说,水表和燃气表依托于 5G 蜂窝物联网技术,实现了远端抄表计费 and 报警机制,无需人工到户核查数据。在城市的分布式光伏电站分布着各种智能化监测设备,这些设备采集光伏发电以及储能信息,基于城市的耗能规律优化能源配给措施。实践结果表明该解决方案能够提升 18% 的城市电网能源使用效率,并将民用的能源抄表精度保持在 0.5% 以内,降低能源消耗与维护开销。

四、5G和物联网通信融合应用的问题

(一) 设备通信兼容性差

城市物联网终端设备的生产和标准五花八门,旧终端使用的是 2G 和 4G 的通信模块,不支持 5G 网络技术。新式智能终端使用的通信协议千差万别。不同品牌、不同厂商的终端难以兼容与数据互通。而 5G 高频段信号穿透力较弱,在地下管网及密闭建筑等区域信号不足,部分终端因无信号或信号不佳导致数据中断,传输延迟影响了监测管控工作的连续性。

(二) 边缘算力和数据处理有限

海量城市终端每天产生 PB 级结构化数据和非结构化数据,当前边缘节点算力较低,仅能实现简单过滤/识别任务,复杂数字孪生分析依赖云端处理。远距离的链路传输易造成阻塞,难以满足高精度、强实时控制要求;同时因存储结构异构不一,给数据清洗融合带来挑战,冗余的数据信息浪费了存储资源与增加了能源成本。

(三) 数据安全和隐私保护的隐患

融合系统存在大量城市居民、交通以及安全等相关敏感信息,且一些物联网终端的保护级别不高,并没有采取防火墙以及入侵检测等措施,受到网络攻击以及数据改动威胁。另外一些城市缺乏完善的数据分级管理机制,其数据传输、共享过程中加密措施不严格,出现公民信息被泄露和市政数据被窃的风险问题。

(四)建设和运维成本过高

5G 基站部署、物联网终端设置及算力平台搭建需前期投资较多,受限于资金投入较少,中小城市无法实现全部设备升级和改造。后期智能设备维护以及芯片更换与网络优化流程较复杂,要求专业队伍对相关设施进行运维,且运营成本较大长期运行下去难以实现全面推广和普及。

五、提高应用措施

(一)统一标准规范,扩大网络覆盖面

对物联网终端生产进行规范化、统一通信传输标准,对老化的模块进行替换改造,增加 5G 通信模块,节省设备换新成本。优化 5G 网络布站方式,在地下空间、封闭建筑物处增加微基站以及信号放大器设备的部署应用,高低频段结合保证高速率、高穿透能力需求,避免信号盲区。同时对 5G 通信频率资源分配上,设置独立信道,分离民用和市政数据,防止干扰。

(二)提升算力结构,完善数据分析

在边缘节点中配置高算力芯片,实现复杂数据计算处理,降低传输到云的数据量。构建数据分层处理的模型,对实时性要求高的数据在边缘节点就地处理并快速返回,而海量的历史数据和不着急的数据传递给云进行深度分析。统一存储数据的数据格式,采用智能化的数据清洗算法消除冗余数据,提升使用效率,减少资源损耗。

(三)完善防控体系加强安防防范措施

设计综合安全防护框架,添加加密模块,提升 AES 算法,确保在数据采集、传输与存储各阶段均受到加密保护。设置数据分级管理机制,并分成公开数据、内部分享和私人信息等几个级别,严格控制共享的权限。部署网络入侵监测系统对恶意攻击或异常的数据进行实时监控,通过定期漏洞扫描测试保障融合系统的正常运行。

(四)减少运维成本,形成协同效应

政企合作共建。政府方统筹基础设施建设规划布局,企业方提供技术及设备,并分摊相关投资建设资金。采用低功

耗终端。采取更为节能的智能终端,优化休眠模式以减少设备能耗。建立一体化运维管理平台。实现对终端设备运行故障报警和远程检修等,减少人工维护投入成本。健全技术人才培养机制。着重培养 5G 通讯技术和物联网技术综合应用复合型人才,从而保证智慧城市的长期、有效运行。

六、结论

5G 物联网通信技术的融合发展为智慧城市数字化进程奠定了良好的基础,二者取长补短共同构建分层次协作的融合发展架构,并应用在智慧交通、城市安防、地下管网和智慧能源等多个场景当中。通过实践应用表明融合通信技术能够提高通行效率、优化安全防护、改善资源配置等,同时也提出了目前存在的融合通信系统兼容能力较差、计算性能较低以及安全性弱等短板问题。为了改进这些问题,采取融合统一标准、提高计算架构、强化安全防护等方案能够完善通信融合技术,进一步推动融合发展。未来还需不断地深入钻研并研究 5G 通信技术和物联网通信技术之间的融合关系,引入人工智能、大数据分析等技术不断完善和发展现有的通信系统,并对当前遇到的困难加以突破,以实现更广泛地适用范围,进而建设一个高效快捷、安全可靠、低碳环保的智慧城市新生态体系,促使城市的高质量发展。

[参考文献]

- [1]赵中礼,王光亚,崔愉婉.融合 5G 通信与物联网技术的虚拟化实训室建设研究[J].网络安全和信息化,2025,(11):68-70.
- [2]王宝强,李宁.“AI+”背景下基于物联网的智慧农业无人机遥感技术与 5G 通信融合研究[J].中国宽带,2025,21(01):139-141.
- [3]蒋恒,罗元元,李真,文丽.融合 5G 通信与物联网技术的眼视光技术专业智慧实训室的设计与实现[J].玻璃搪瓷与眼镜,2025,53(01):38-43.
- [4]许秋霞.人工智能背景下 5G 通信技术与物联网融合研究[J].中国宽带,2024,20(03):154-156.
- [5]谢广耀.5G 通信技术与物联网的融合与发展[J].网络安全和信息化,2022,(08):4-6.

作者简介:徐雁(1979.09—),男,汉族,镇海,本科,助理工程师,研究方向:探究智慧城市中 5G 与物联网融合技术应用与优化。