

5G在工业领域的应用及运营商 发展策略探讨

Discussion on Application of 5G in Industrial Field and Development Strategy of Operators


贺鸣, 郭熹, 马文辉 (中国联通智网创新中心, 北京 100048)

He Ming, Guo Xi, Ma Wenhui (China Unicom Intelligence Network Innovation Center, Beijing 100048, China)

摘要:

5G和工业互联网均已成为近年热门的发展领域,通信设备商、互联网企业、终端厂商、软件开发商、系统集成商等企业纷纷展开相关技术和应用的研究。站在运营商的角度分析5G在工业领域的发展,包括5G赋能于工业的6种关键技术和四大类主要应用场景,同时也指出了发展过程中可能遇到的典型问题,最后给出了5G在工业互联网领域的发展策略。

关键词:

5G; 工业互联网; ICT; 智能制造
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.04.018
文章编号: 1007-3043(2021)04-0088-05
中图分类号: TN929.5
文献标识码: A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

5G and Industrial Internet have become the hot development areas in recent years. Companies such as communication equipment manufacturers, Internet companies, terminal manufacturers, software developers, and system integrators have launched research on related technologies and applications. From the perspective of operators, it analyzes the development of 5G in the industrial field, including six key technologies and four major application scenarios that 5G empowers the industry, and also points out the typical problems that may be encountered. Finally, the development strategy of 5G in the field of industrial Internet is given.

Keywords:

5G; Industry internet; ICT; Intelligent manufacturing

引用格式: 贺鸣, 郭熹, 马文辉. 5G在工业领域的应用及运营商发展策略探讨[J]. 邮电设计技术, 2021(4): 88-92.

0 前言

工业互联网是互联网和新一代信息技术与工业系统全方位深度融合所形成的产业和应用生态,是工业智能化发展的关键综合信息基础设施^[1]。工业互联网助力工业制造企业发挥生产设备的潜能、优化资源配置的效率、增加产品的个性化特征以及提供增值性服务,推动面向工业制造的生产过程优化、面向企业管理决策优化^[2]、面向产业协同的资源配置优化和面向产品全生命周期的服务管理优化。

无线通信技术在工厂环境中的应用范围正不断加大。相比于有线通信技术,无线通信技术的应用可突破线缆部署的空间限制,有效扩充工厂网络的覆盖范围,降低网络部署及后期调整的成本,实现生产要素的灵活联网,为柔性的生产模式提供基础。

运营商针对工业企业的业务目前主要停留在专线接入等模式,还未涉及生产流程层面,需要开展面向工业领域的多元化业务创新。国际电信联盟无线电通信局(ITU-R)定义了5G的三大应用场景:增强型移动宽带(eMBB)、低功耗大连接(mMTC)、低时延高可靠(uRLLC)^[3],将大幅提升移动互联网用户的业务体验,并满足工业环境下的设备互联和远程控制等

收稿日期: 2021-02-24

业务需求。5G技术的发展正契合了传统企业进行智能制造转型时对无线网络的应用需求,成为行业业务创新的关键驱动。

1 关键技术

1.1 5G LAN

传统工业网络,工厂内部主要采用局域网,各分厂之间多通过专线互联。3GPP R16标准引入的5G LAN技术类似局域网和VPN,并保持5G高性能、远距离接入、移动性和安全性的优势。

5G LAN支持在一组接入终端间构建二层转发网络,每组对应一个VLAN,并通过会话管理功能(SMF)与用户面功能(UPF)的交互实现终端组内数据交换和用户面路径选择。终端之间的通信可以在同一个UPF内发生,也可以跨UPF,或UE和DN之间^[4]。借助5G接入网和核心网的支持,多个园区间可以构建广域局域网,实现企业不同车间、不同工厂之间跨地域协作。

1.2 边缘计算

边缘计算是在靠近物或数据源头的网络边缘侧,融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放体系^[5],可按需承载部分工业智能应用,实时处理现场业务数据,并快速反馈结果至现场。满足制造企业实时业务、数据优化、应用智能等需求。

在5G网络中,UPF可以提供分流功能,并可按需部署于网络的不同位置。例如对于uRLLC低时延场景,可将UPF和MEC部署于靠近基站侧的无线接入云;对于eMBB场景的大流量热点地区,可部署于边缘云;对于mMTC场景,可部署于位置较高的汇聚云,以覆盖更大区域的业务需求。

1.3 网络切片

工厂环境中,通过端到端的5G网络切片技术,实现同一个物理网络虚拟出不同服务质量的子网,可按需灵活调整网络服务,满足各种具有差异化特征的业务需求。

5G接入网可采用有源天线单元(AAU)、集中单元(CU)、分布单元(DU)的灵活部署模式,同时基于统一的空口框架和灵活的帧结构设计进行无线资源切片分配。5G承载网运用虚拟化技术,同时SDN架构的层次化控制器可实现物理网络和切片网络的端到端统一控制和管理。5G核心网采用高内聚、低耦合的服务化架构,将网络功能解耦为服务化组件,组件之间使用轻量级开放接口通信,支持实现按需构建、动态部

署和高可靠的网络切片服务。

1.4 上行增强技术

在个人消费领域,数据传输一般以下行为主,而在工业应用领域,如视频监控及无人机巡检等场景对网络上行速率要求更高。5G灵活的空口资源设置、上下行解耦技术和超级上行技术可以有效地保障上行数据传输的业务需求。

NR引入了更灵活的空口设置,包括可变的子载波间隔和灵活的帧结构,可通过调整时隙配比满足不同上下行容量配比需求。上下行解耦技术用LTE低频空闲频谱共享给NR上行使用,弥补了C-Band以及高频在上行覆盖上的不足。超级上行技术主要通过TDD与FDD这2种双工模式的协同,高频与低频互补,时域与频域聚合,提升5G网络的上行覆盖及上行带宽能力,同时缩短时延。

1.5 安全

5G与4G相比,在安全分层方面一样,分为传送层、归属层/服务层和应用层;在安全分域方面,增加了服务域安全。5G采用完善的服务注册、发现、授权安全机制及安全协议来保障服务域安全。

5G统一的认证框架支持不同场景的接入终端及接入方式,避免非法用户接入,以及非法利用伪基站、伪热点进行诈骗或者窃取用户信息。5G终端唯一标识符(SUPI)经公私钥加密的方式加密为SUCI,且5G算法采用128位密钥长度,只有运营商可以解密终端真正的身份信息。5GC各网元间使用IPSec保护传递信息安全,归属域与漫游域之间通过安全边缘保护代理功能(SEPP)保证安全,服务功能间使用HTTPS协议保障信息传递安全,并部署安全网关保证与2G/3G/4G核心网间的漫游安全。

1.6 定位

目前的无线定位技术主要分为室外和室内定位技术,终端侧需配有相应的定位模块,而5G定位技术可以实现通信和定位一体化,及室内外定位一体化服务。3GPP R16标准定义了对定位精度要求高的场景的精度要求,需要满足80%的UE在室外水平定位精度达到10 m,室内定位精度达到3 m,并且垂直定位精度达到3 m。

5G基站定位可通过终端与基站之间信号传输的往返时间、到达角和出发角来计算用户所处的位置。5G大带宽特点可为高精度测距提供支持,相对应的时域信号更窄,定位信号的传播首径更容易被检测到。

大规模天线技术和波束赋形技术可实现高精度角度测量,不同用户间的信道相互独立,信号干扰和衰落概率相对降低,且对无线空间在水平和垂直维度的划分更为精确。此外基站的密集组网有利于实现多基站协作的高精度定位。

2 典型场景

2.1 大带宽场景

2.1.1 视频监控

a) 固定场景视频监控。通过高清视频监控系统,可全面且实时地掌握企业生产的状况,从而进行有效的安全管理,减轻安保人员的投入,并可对偷盗、火灾等事件状况起到有效的监管作用,避免给企业带来人员伤亡及财产损失。

b) 移动场景视频监控。通过配备高分辨率相机的无人机或者移动机器人,可在复杂环境下进行视频监控。具体应用如能源基础设施巡检以及无人机施工现场测绘等,其作业内容包括对基础设施的周期性监测维护以及对周边环境的勘探等,可以大幅减少人力成本和安全风险。

2.1.2 工业AR/VR

a) AR辅助装配/维修。在高级技术人员紧张的情况下,普通工人可佩戴AR眼镜,根据画面指导进行标准化装配/维修操作,包括工作步骤指引、设备或物品的信息查阅以及工作行动路线导引等。还可根据需求连线远程专家寻求实时指导,这样可保障维修任务的完成以及过程的标准化和规范化。

b) AR/VR辅助营销。通过AR/VR技术可突破环境限制因素,生动且准确地将培训课程要求和操作指引规范化和可视化,配合场景互动训练让学员学习理论知识的同时体验实操感觉,也可以辅助营销人员将产品更直观地展示给客户,无需提供物理样品即可实现线上和线下渠道的打通。

2.1.3 工业AI应用

a) 基于图像的视觉检测。应用场景主要包括对物件分类、定位以及缺陷检测等。通过高清工业相机实时采集现场图像数据并上传至处理平台,借助AI技术实现检测分析。或者在自动化生产线中安装高清摄像头,结合云端数据分析技术使得机械手臂/传动设备拥有视觉能力,保证各零件快速、准确安装到位。

b) 基于视频的数据分析应用。针对车间产线工人会出现流动串岗和操作行为不规范等现象,可以在

产线视频监控的基础上,增加对产线人员的人脸识别、岗位匹配检测、不规范操作行为分析等功能。产线实时视频监控也可用于记录各环节之间衔接流畅度并分析生产效率,提高视频监控的工业应用价值。

2.2 数据采集场景

2.2.1 能耗管理

通过各类专业传感器采集工业企业电、水、气、热、煤等能源资源使用数据,根据能耗情况调整设备运行状态,并结合产量等生产数据,对工厂能耗指标进行管理,降低生产成本,提高企业利润。

2.2.2 生产过程优化

通过各类检测终端对生产设备运行参数和生产环境信息进行自动化采集、统计、分析和反馈,并将结果用于改善制造过程,提高制造过程的柔性和加工过程的集成性,提高生产效率和产品质量。

2.2.3 预测性维护

在对生产设备进行数据采集的基础上,结合AI等智能技术,可充分掌握甚至预测设备的运行状况。

a) 生产设备预测性维护。布置大量监测传感器和更加高效的通信网络对生产设备关键运行数据进行采集和传输,通过对后台数据的实时分析,辅助工业企业判断设备运行状态、优化设备维护管理。

b) 智能产品预测性维护。采用无线通信技术传输智能产品关键运行参数,结合云计算和大数据进行在线分析,预测设备运行状态趋势,及时发现可能存在的安全隐患并反馈,为售后服务提供决策依据。

2.3 无线控制场景

2.3.1 固定场景控制

通过云端控制可有效降低机器人终端硬件成本及功耗,采用无线数据传输方式使机器人摆脱线缆束缚,实现自由移动,满足柔性制造需求,同时可结合云计算、大数据、人工智能等技术对生产制造过程进行实时运算控制。

2.3.2 移动场景控制

随着商品迭代周期的缩短以及消费者个性化需求的增多,柔性化生产成为备受推崇的新生产模式,工业企业对于设备的移动性和连接的无线化有了越来越多的需求。

a) 协同控制。在智能生产过程中要求多移动机器人之间协同和无碰撞作业,所以移动机器人之间、移动机器人和周边协同设施之间需要进行实时数据交换满足该需求。

b) 远程控制。工业生产场景中常存在高温、高压、有毒、易爆等危险因素,通过远程控制机器人或智能设备进行危险区域作业可有效保证作业人员安全,提高作业标准和劳动效率,保障安全稳定生产。

2.4 定位场景

2.4.1 人员定位

可对全厂范围内所有工作人员进行定位监管,可在后台实时查看其位置,是否在岗,并追踪其活动轨迹,有助于优化作业流程,提高人员管理效率。

2.4.2 物资管理

通过对特殊物品或者贵重资产实施定位监控,可在后台查看其实时位置和历史轨迹,同时可结合电子围栏功能,当物品超出设定范围或者人员误入危险区域时,第一时间发出警报,以确保物资安全。

2.4.3 智能巡检

管理人员可通过后台直接下发巡检任务给巡检员。巡检员通过终端APP接收任务后,可查看当日巡检路径、待检物品位置、完成程度、是否漏检、注意事项等信息,实现更安全、高效、快速的巡检。

3 问题挑战

3.1 行业壁垒

在工业互联网领域中,传感设备、控制器、生产线、产品、客户等要素的互联互通是实现智能生产的关键基础。光有5G通信技术而无传感器、工业设备和工业自动化等相关知识,无法真正实现工业网络的全联通。对于工业数据价值的应用需要基于生产工艺、流程和工业机理的总结和提炼,应用的部署也涉及到现场实施操作。工业企业在工控、设备连接领域具备成熟的经验,而运营商较难介入底层的生产现场连接及控制体系,需要进一步挖掘5G在工业互联网领域的应用价值。

3.2 产品运营

运营商在宣传5G产品的时候侧重于从网络角度出发,突出技术和指标方面的升级。对于工业企业来说,5G是一种工具,其价值在于是否契合实际场景的业务需求。如何将网络性能指标转换为工业应用的实际业务指标,是运营商在设计5G产品和部署、测试、验收等环节中需要明确的问题。工业企业需要的是成熟稳定的产品,且运维频率和复杂度不能过高,能够直接解决生产过程中的效率、质量、成本等相关问题,同时安全可靠,降低部署实施后对工厂现有系统

的影响。

3.3 接受成本

运营商的创新探索只有在满足工业企业核心需求的基础上才具有落地价值,强调技术性的同时也应该考虑工业企业对于不确定性的顾虑。当前5G仍处于快速发展的阶段,技术、产品以及商业模式尚未进入成熟阶段,其对工业生产过程的智能化改善结果也缺乏大量的实例验证。当前切入工业互联网领域意味着大量的成本投入,包括针对不同场景的定制化研发、实施、推广成本以及可能对工业企业现有生产体系造成不稳定影响的试错成本。

4 发展策略

4.1 技术能力强化

工业互联网产业主要包括工业互联网网络(含标识解析)、工业互联网平台与工业软件、工业互联网安全、工业数字化装备(采集、计算、连接相关部分)、工业互联自动化(含传感、工控、边缘计算)等五大产业。对于工业企业来说,网络作为智能化升级的基础设施,其价值更多地体现在其承载的业务。除单纯的网络连接服务之外,运营商应充分利用自身的ICT能力,加强在终端、网络和应用方面的布局,积极参与中国工业互联网的技术演进。

工业互联网终端包括传感设备、控制器、机器设备、工业网关、智能可穿戴设备和工业相机等。运营商应加强与工业企业和终端供应商的合作,研究工业场景下5G终端设备,如5G工业路由器、5G工业网关,实现工业生产和远程服务过程的基础资源数据采集。

网络方面,运营商通过边缘计算、网络切片等技术,可针对不同企业规模和需求,建设相应的5G专网,实现对工厂内部传感器、智能机器、在制品等要素的互联互通。对于行业龙头企业可以建设独立专网提供全方位专属通信服务,对于中、小企业可根据场景特点及投资预算建设混合专网或者虚拟专网,并通过5G公网,实现工厂外部海量的智能产品的无线接入。另外可结合云网服务,为企业提供云专线、云间组网等产品,实现企业内外部信息集成以及产业价值链的信息集成。

应用方面,运营商可结合5G大带宽、大连接、低时延、灵活组网、能力开放等特性,与工业互联网领域合作伙伴共同开展工业互联网应用研发,以满足企业对于网络的多样化承载需求和数据的多样化处理需求。

运营商可提供ICT能力在线订购服务、全方位的大数据业务服务、不同工业场景的解决方案、智能应用开发环境、需求方与供给方资源能力交易环境等综合服务,构建工业互联网生态体系。

4.2 人才体系构建

运营商可以加大行业复合型人才体系的建设,除传统的网络研究、规划、建设、运维团队之外,发展行业解决方案团队,探索工业领域各垂直行业的5G需求,结合运营商自身资源及技术,孵化相应的行业应用。同时针对遍布全国的政企客户团队开展行业认知培训,充分培养现有一线员工的综合素质,提高运营商对于行业垂直领域的理解以及参与能力。

除内部人才培养,运营商也可以通过产学研用相结合,与国内外知名高等院校、科研机构、骨干企业等开展长期合作,基于企业实际场景需求开展创新应用研究和落地工作,为工业互联网的发展探索方向,同时扩大各方的行业影响力。

运营商积累的不同场景的解决方案以及相关软硬件产品在经过实际项目的测试验证之后,可以借由全国的政企渠道进行推广,对于部分经济价值较大的产品可以成立专业运作的运营服务团队,甚至是孵化工业互联网子公司进行市场化运作。

4.3 商业模式分析

4.3.1 基础网络服务

运营商具有丰富的网络建设经验、运维及售后服务能力,同时运营商拥有大范围的工业企业客户基础,可针对工业行业的业务需求提供多样化、定制化的网络支撑能力。5G多样化的组网架构以及灵活配置的功能设计可将网络能力开放给工业行业,提升企业的端到端体验、变现网络价值、使能更个性化的业务场景。

4.3.2 行业业务使能

信息集成是工业企业转型升级的关键要素,主要解决企业内部信息互通、产业价值链资源整合以及产品全生命周期的信息管理。运营商可提供不同层级的ICT设施和服务来满足工业企业对于连接管理、数据处理、协同制造和智能应用的相关需求。例如对于下沉至生产现场的ICT需求,运营商可以提供边缘计算平台基础设施,或者构建行业PaaS平台,其上承载第三方服务商的应用或者企业自研应用。

4.3.3 行业业务服务

除单纯地将自有的新技术和服务销售给工业企

业之外,运营商可将技术能力融入工业企业的各作业环节中,提供端到端解决方案,或者更深入地参与行业应用研发。例如基于5G加AI图像处理的工业质量检测系统,自动识别在制品的工艺缺陷、外观损伤、包装瑕疵等不合格情况以及基于物联网的工厂能源管控系统,监测作业环境以及生产设备的能耗情况,这类应用可满足工业企业对自身生产过程的质量改善、效率提高和成本降低等需求。

5 结束语

相比于4G,5G在网络架构、空口、安全、定位等方面均引入了新的技术,扩充了蜂窝网络在工业行业的应用范围。从技术成熟度、产业链完备度和企业接受度来看5G在工业领域的应用,视频、AR等大带宽业务场景需求明确且发展迅速;物联网数据采集应用需要考虑终端性能和成本;无线控制等低时延应用核心在于性能稳定和网络安全。

由于行业背景知识缺乏,运营商进入工业互联网领域时必然存在一定的门槛。同时,面向2B领域的创新应用和2C领域的应用在产品设计、推广、运营等环节有所不同。针对目前发展5G工业应用遇到的问题,运营商除不断发展壮大自身实力外,也可以积极开展与行业伙伴的合作,从网络管道提供者转为工业互联网赋能者,加强端到端的技术实力,构建全方位综合性的人才队伍,探索出更具市场价值的商业模式。

参考文献:

- [1] 工业互联网产业联盟(AII)工业互联网体系架构1.0[EB/OL]. [2021-02-08]. http://www.aii-alliance.org/static/upload/202003/0302_143638_771.pdf.
- [2] 王美荣. 浅析大数据应用与工业互联网平台的融合[J]. 数字化用户, 2019(20):121-122.
- [3] IMT vision-framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond: Recommendation ITU-R M.2083-0[EB/OL]. [2021-02-08]. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-1!!PDF-E.pdf.
- [4] 刘洁. 面向工业园区的5G垂直组网类服务探讨[J]. 移动通信, 2020(1):38-43.
- [5] 关欣,李璐,罗松. 面向物联网的边缘计算研究[J]. 信息技术与政策, 2018(7):53-56.

作者简介:

贺鸣,毕业于西安电子科技大学,助理工程师,硕士,主要从事5G行业创新应用研究工作;郭熹,毕业于华中科技大学,高级工程师,硕士,主要从事5G行业应用研究与产品研发工作;马文辉,毕业于贵州大学,助理工程师,硕士,主要从事网络创新应用研究工作。