

物流仓储场景应用下5G网络切片技术的优化方案

An Optimization Scheme of 5G Network Slicing Technology in Logistics Warehouse

徐亚楠,蔡超,侯迎龙,易非(中国联合网络通信集团有限公司,北京100033)
Xu Ya'nan,Cai Chao,Hou Yinglong,Yi Fei(China United Network Communications Group Co.,Ltd.,Beijing 100033,China)

摘要:

重点研究了物流仓储场景下5G网络切片技术的优化方案。首先总结了5G网络切片技术与边缘云技术的发展现状,其次分析了物流仓储的5G智能应用的典型场景,并对其网络性能进行分析总结。最后设计了此典型场景下网络切片技术的优化方案,即将网络切片技术与边缘云技术进行有效融合,在满足物流仓储对5G网络需求的同时优化运营商的整体网络资源。

关键词:

网络切片;边缘云;物流仓储;5G
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.04.017
文章编号:1007-3043(2021)04-0084-04
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:

It focuses on the optimization scheme of 5G network slicing technology in the logistics warehouse scenario. Firstly, it summarizes the recent development of 5G network slicing technology and edge cloud technology. Secondly, it analyzes the typical scenarios of 5G intelligent application in logistics warehousing, and summarizes its network performance. Finally, it designs the optimization scheme of network slicing technology in this typical scenario, which effectively integrates network slicing technology and edge cloud technology to optimize the overall network resources of operators while meeting the needs of logistics warehousing for 5G network.

Keywords:

Network slicing; MEC; Logistics warehouse; 5G

引用格式:徐亚楠,蔡超,侯迎龙,等. 物流仓储场景应用下5G网络切片技术的优化方案[J]. 邮电设计技术,2021(4):84-87.

0 引言

5G应用场景需求大多是基于移动宽带增强(eMBB)、海量机器类通信(mMTC)、超高可靠超低时延通信(uRLLC),不同场景对网络性能的需求迥异,单纯沿用类似于3G/4G中面向移动宽带业务QoS方案难以满足5G业务对网络性能的严苛需求,迫切需要网络具备可以面向不同场景的用户需求按需定制的能力。5G系统引入网络切片技术,通过对网络资源的统一管理,不同业务分配相互隔离,能够满足业务需求的资

源及不同业务的网络性能需求。为了实现网络切片技术,5G通过引入软件定义网络(SDN)与网络功能虚拟化(NFV)技术实现计算存储与网络资源的统一管理。

边缘云(MEC)技术是5G技术体系中一个比较重要的技术手段。随着5G、物联网时代的到来及云计算应用的不断发展,集中式的云已经无法满足终端侧“大连接、低时延、大带宽”的云资源需求,而且经过很多物联网场景的验证(如物流园区),很多云计算并不需要在集中式的云端进行处理,在无线侧处理更为妥当。将云能力下沉到边缘侧,对无线侧网络需求进行预处理,在提高用户体验的同时减轻网络负载。

收稿日期:2021-03-02

本文针对物流仓储场景,将边缘云与5G网络切片能力结合起来,边缘云侧对网络的切片需求进行预处理,判定业务属性,将不需要通过核心网上云的业务在边缘云侧进行处理,将剩余需求给予切片服务。从而,既能更好服务于客户,又能减轻通信网络负载。5G网络技术的技术簇,相辅相成才能发挥更大的价值。

1 5G网络切片技术

1.1 5G切片概念

3GPP SA1 提出网络切片的需求^[1],通过需求分析,指出网络切片可以让运营商根据用户需求提供按需定制的逻辑网络,为5G多场景下的需求提供解决方案。3GPP SA2 研究端到端网络切片系统设计,定义了网络切片的相关概念和切片控制流程,包括网络切片标识、网络切片接入与选择、切片会话隔离、切片移动性管理、支持漫游等;针对ITU提出的3个5G典型应用场景,定义了不同的标准化切片/业务类型。

此外,3GPP SA5 工作组定义了网络切片管理的信息模型和服务,包括生命周期和配置管理服务、故障检测服务和性能保障服务,如图1所示。

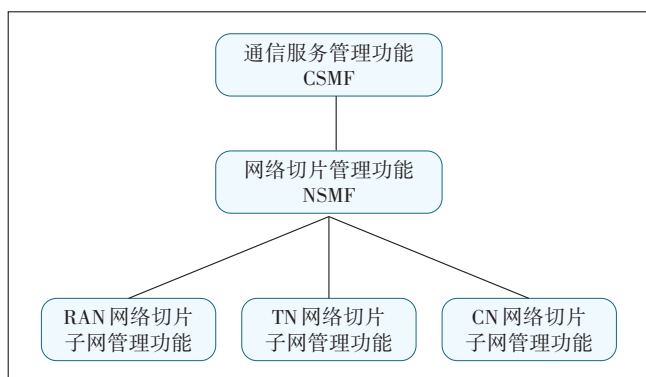


图1 网络切片管理功能示意

1.2 5G网络切片技术研究现状

基于1.1节中网络切片的定义,很多文献对网络切片技术进行了细化。文献[3]和[4]从无线网络侧出发,研究网络切片的资源分配策略。文献[5]和[6]从用户角度出发,提出一种基于网络能力开放的5G切片管理方法,通过网络开放能力反馈切片管理所需网络参数和运行状态,更好地实现切片管理的灵活性和时效性。文献[7]和[9]则从整体网络结构出发,设计新型的网络管理架构,进行切片需求导向的基础设施网络间协作性能分析,实现整个5G网络的资源分配。

文献[10-11]从垂直行业出发,如无人机、电网、车路协同、媒体等,研究行业属性,设计面向ToB行业的网络切片解决方案。

总之,上述文献均是单独考虑网络切片技术在各种场景下的优化。文献[4]提出将网络切片和边缘云资源融合策略,将核心网资源和云计算能力下沉到网络边缘,由MEC控制整个网络资源以实现网络请求的快速响应。一方面,这不利于整个网络的安全性,因为边缘云下沉到用户侧,容易遭受攻击;另一方面随着边缘云数量增多,整个5G网络资源分配难以协调。

1.3 MEC

MEC是基于云计算技术的核心和边缘计算能力,构筑在边缘基础设施之上的云计算平台。

MEC将计算资源和存储能力带到RAN网络边缘,目的是减少延迟,确保高效的网络操作和服务交付,提升用户体验。一般来说,边缘服务有以下几个特点^[2]。

a) 能够提供像数据中心一样灵活的资源分配及管理,能够实现组织的管理模式。这表明,边缘服务设备的存在不会给现有的网络状态管理带来更大的代价,就像是在网络中插入了一个可用的网络计算设备。

b) 具有远高于智能监控设备或者智能移动设备的计算能力,在其资源允许范围内,能够服务多个计算密集型的应用任务,同时边缘服务设备与数据中心之间一般通过有线网络设备进行联网,与数据中心能够保持很好的通信。

c) 边缘服务设备具有“靠近”应用设备的特性,相对于数据中心,应用的请求能够较快地在边缘服务设备得到满足。

d) 一般来说,边缘服务设备是构建在计算资源虚拟化的基础之上的(例如使用了Amazon ECC2和OpenStack等经典云资源虚拟化技术)。本文将MEC技术融入网络切片管理架构中,就是利用了MEC的网络控制与资源分配能力,基于物流仓储的特点,提前处理特殊场景下(如暴力分拣监控)的网络请求,减少端到端的网络切片负载。

本文提出了一种在5G智能物流仓库场景下的新型网络切片与边缘云融合技术。此技术不但能够充分发挥边缘云的本地化处理能力,减轻5G网络负载,还能够更加安全合理地分配网络切片能力,在满足客户对网络能力不同要求的同时,进一步提升网络资源

的使用效率。

2 物流仓储中5G典型场景分析

随着“智能制造”国家战略的实施,现代物流技术向着大规模数字化、智能化、集成化、自动化发展。快速、高效、安全的进行仓储作业已经成为生产企业的重要竞争力。5G时代的来临更为物流升级改造带来了新的机遇。5G凭借大带宽、低时延、广连接的特性,联合大数据、人工智能、云、物联网等多种技术为物流仓储智能化升级提供了可能。

2.1 仓储5G监控场景

有别于普通的网络监控,智能物流仓储的网络监控场景需要5G的大带宽、低时延的双重保障。如视频监控场景(如监控暴力分拣),除了要求5G大带宽保障高清视频顺利传输之外,同时还需要低时延来保证视频分析的结果及时反馈回现场,违规操作部分视频(AI识别)传到云端保存,需要边缘云与网络切片协同作业(见图2)。

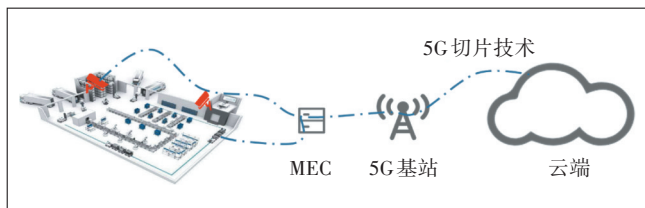


图2 仓储视频监控场景网络示意图

2.2 大规模AGVS调度场景

在当代的物流仓储环境中,仓储环境相对封闭,四周墙壁的钢筋混凝土材质较多,室外基站信号无法提供强有力的通信保障;室内货架、分拣线、智能机械设备等材质多种多样,如木质、钢铁、塑料等,不同的材质对信号衰减有不同的影响。此外,大规模的自动化机器调度场景,如AGV协同运输,需要多台AGV与调度平台进行及时有效的通信,这一点Wi-Fi很难保障。为解决此问题,目前有些AGV控制器放在车端以保障通信的及时性,但此方案不能实现大规模的AGV调度;有些AGVS控制器部署在仓储本地,会存在AP跳转时AGV卡顿甚至宕机风险。考虑到AGVS调度对时延的要求,将调度系统放置云端方案还不成熟。

5G技术的成熟,使得5G信号质量逐步提高,大带宽、低时延、广连接的特性也被各个垂直行业所看重,而AGVS云调度场景,最需要的便是5G的低时延、广连接的特性,仓储内部有望通过5G波束赋形技术避免

AGV通信卡顿问题。因此,AGVS云化调度系统需要5G切片技术来保证低时延和广连接(见图3)。

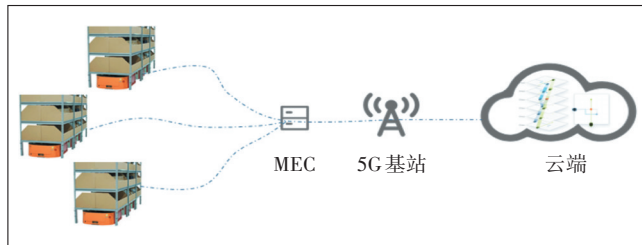


图3 仓储大规模机器协同作业场景网络示意图

3 物流仓储环境中5G网络切片技术优化

通过以上分析可知,5G切片技术能够很好地保障智能物流园区的通信质量,针对有物流特色的应用(如暴力分拣视频监控应用)也需要边缘云技术的辅助。为此,本文提出了一种边缘云与网络切片融合的技术方案,为实现此方案,本文提出了一种网络装置——网络分析管理器。此分析器是一种软件管理模块,采用微服务架构,部署于MEC硬件中,用于处理用户网络请求。

网络分析管理器功能示意及交互逻辑图如图4所示。

如图4所示,此管理器最先接收用户侧的网络请求。收到请求后:

第1步,调用业务需求分析模块,对用户的网络请求进行分析。用户向网络发起网络请求,其参数包括Qos参数(时延、速率、抖动、丢包率等)、容量参数(用户数、用户密度)及业务参数(业务类型及安全性指标

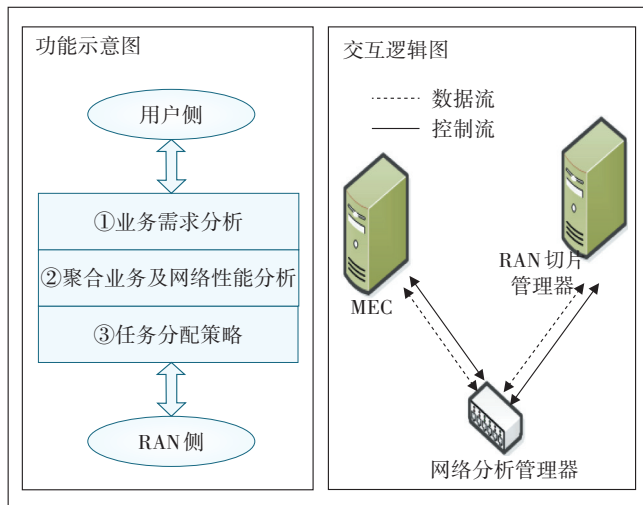


图4 网络分析管理器功能示意及交互逻辑图

等)。此业务需求分析模块首先根据业务参数分析,初步判定哪些网络性能是由 MEC 来提供,哪些是由网络切片技术来提供。主要判定的依据是此业务是否需要跨域或者上云,如果是则由网络切片提供服务,否则由 MEC 进行服务。

第2步,调用聚合业务及网络性能分析模块。此模块将根据现有的网络条件对第1步的决策进行微调。聚合分析是将所有业务的网络请求综合起来,并结合现有的网络资源进行整体分析。可采用贪心算法等来判定现有网络是否可以满足其业务需要,如果 RAN 侧网络资源紧张,则考虑转移一部分应用至 MEC 端,反之亦然。

第3步,调用任务分配模块。根据第2步的分析结果,下发网络切片需求及 MEC 处理任务,并将相应的数据流引入各自流程中。

基于以上提出的网络分析管理器,本文提出了在5G 智能物流仓储等大量 IoT 设备请求网络的场景下,边缘云与网络切片的融合技术方案。

如图5所示,在物流仓储场景下,边缘云与网络切片的融合技术方案流程分为如下几个步骤。

第1步,用户发起网络性能请求,其参数包括 QoS 需求、容量参数及业务参数。

第2步,网络分析管理器接收请求,并对请求参数进行分析,结合剩余网络资源,判定该业务需求是否需要进行切片处理。

第3步,如果需要进行切片处理,则将相应的需求参数发送至网络切片管理器进行处理;否则交由 MEC 处理。

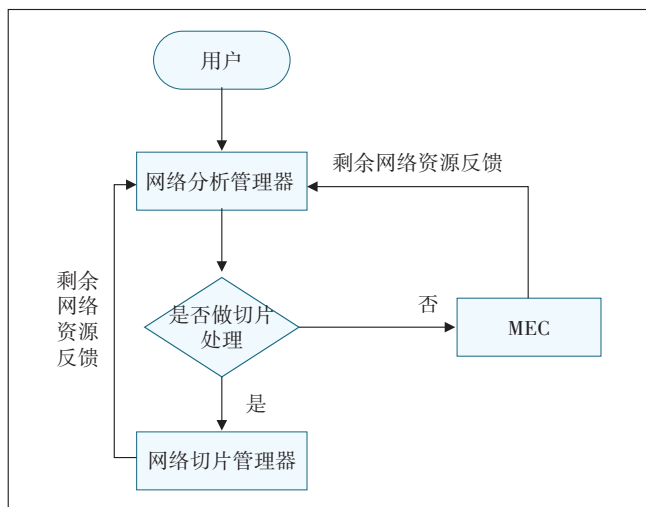


图5 边缘云与网络切片的融合技术方案流程

第4步,网络切片管理器或者 MEC 进行网络资源分配,保障用户通信网络性能。

第5步,网络切片管理器与 MEC 向网络分析管理器反馈剩余网络资源。

4 结束语

本文详细分析了物流园区仓储作业的2个典型5G 应用场景,并探索了在此场景下5G 切片技术的创新方案。将5G 切片技术与边缘云技术融合起来,在边缘侧对网络需求进行统一分析处理,对网络资源进行合理分配,既满足物流仓储对于5G 网络的需求,也减少了对运营商网络的压力。

参考文献:

- [1] IMT 2020 (5G) 推进组. 基于 AI 的智能网络切片管理和协作 [R/OL]. [2020-12-11]. <http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201907/P020190718325426069227.pdf>.
- [2] SATYANARAYAXIAN M, BAHAL P, CACERES R, et al. The Case for VM-Based Cloudlets in Mobile Computing [J]. IEEE Pervasive Compute, 2009, 8(4): 14-23:.
- [3] 师京兆. 接入网侧基于网络切片的资源分配策略研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
- [4] 刘伟. 面向5G 光接入的网络切片与边缘云资源编排技术[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
- [5] 俞洋. 基于服务感知的5G 动态移动性管理方案设计[D]. 南京: 南京邮电大学, 2019.
- [6] 李红祎, 赵一荣, 李金艳, 等. 基于能力开放的5G 网络切片管理研究[J]. 电子技术应用, 2020, 46(1): 1-5, 11.
- [7] OUEDRAOGO C A, MEDJIAH S, CHASSOT C, et al. Flyweight Network Functions for Network Slicing in IoT [C]// 2018 International Conference on Smart Communications in Network Technologies (SaCoNeT). 2018.
- [8] 管婉青. 基于多层复杂网络理论的网络切片协作管理研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
- [9] KAPASSA E, TOULOUPOU M. Dynamic 5G Slices for IoT Applications with Diverse Requirements [C]// 2018 Fifth International Conference on Internet of Things. 2018.
- [10] 于佳. 5G 网络切片及其应用[J]. 移动通信, 2019, 43(12): 27-31.
- [11] 张勃, 冯毅, 马丹, 等. 5G 低空网络解决方案和运营应用[J]. 电信科学, 2020(1): 28-33.

作者简介:

徐亚楠, 工程师, 硕士, 主要从事5G 无线技术、交通物流、蜂窝定位等垂直行业解决方案工作; 蔡超, 高级工程师, 硕士, 主要从事移动通信技术研究和5G 行业应用新业务孵化等方面工作; 侯迎龙, 工程师, 硕士, 主要从事5G 无线技术、交通物流、蜂窝定位等垂直行业解决方案工作; 易非, 助理工程师, 硕士, 主要从事5G 智慧交通、智慧物流与基站定位等垂直行业解决方案工作。