

# 基于5G的MEC应用部署研究和 政务园区实践

## Research on MEC Application Deployment Based on 5G and Practice in Government Affairs Park

涂 灿,王 琛,吴志伟(中国联通深圳分公司,广东 深圳 518053)  
Tu Can,Wang Chen,Wu Zhiwei(China Unicom Shenzhen Branch,Shenzhen 518053,China)

### 摘 要:

在5G时代,移动通信将进一步实现物与物、物与人更加多元化的连接,最终走进万物互联的时代。不同的行业领域对网络带宽、时延、可靠性等方面的需求各有侧重,引入MEC技术可以充分发挥5G网络优势,解决不同垂直行业用户的应用需求,创造更多网络价值。结合5G及MEC的技术特点,对基于5G的MEC应用部署进行研究。同时,参与某政务园区5G+MEC平台的应用部署实践,根据客户需求制定实施方案并通过验证,有力支撑了5G新业务发展。

### 关键词:

5G;MEC;UL CL分流;应用部署;实践  
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.03.015  
文章编号:1007-3043(2023)03-0076-07  
中图分类号:TN915  
文献标识码:A  
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

In 5G era, mobile communication will further realize a more diversified connection between things and things, things and people, and it will enter the era of interconnection of all things finally. Different industries and fields have different emphasis on network bandwidth, delay, reliability and other requirements. Introducing MEC technology can give full play to the advantages of 5G network, address the application needs of users in different vertical industries and create more network value. It combines the technical characteristics of 5G and MEC and researches on the deployment of MEC application based on 5G. At the same time, it participates in the application deployment practice of 5G+MEC platform in a government park, develops implementation plan according to customer demand and passes the verification, and strongly supports the development of 5G new business.

### Keywords:

5G;MEC;UL CL classifier;Application deployment;Practice

引用格式:涂灿,王琛,吴志伟. 基于5G的MEC应用部署研究和政务园区实践[J]. 邮电设计技术,2023(3):76-82.

## 1 背景

5G时代,移动通信将进一步实现物与物、物与人更加多元化的连接,最终走进万物互联的时代。不同行业领域具有差异化的应用场景,对网络带宽、时延、可靠性等方面的需求各有侧重,传统网络的集中部署方式已经无法满足业务需求。如何充分挖掘运营商网络能力,发挥5G网络优势,解决不同垂直行业用户的应用需求,已经成为亟待解决的问题。

多接入边缘计算(Multi-Access Edge Computing,

MEC)的提出对于运营商而言是一个提升网络价值的契机,它将推动产业链价值重构。随着5G网络建设规模的不断加大,运营商在部署新一代网络的过程中引入MEC技术,使内容与计算能力下沉,从而有效支撑时延敏感型、大计算及高处理能力需求的业务,助力运营商实现从连接管道向信息化服务使能平台的转型,为行业数字化转型赋能,为未来创造更多网络价值。

## 2 基于5G技术的MEC应用部署研究

5G之前的网络,包括5G非独立组网,基本都是按照接入网、承载网、核心网的业务处理模式,最后由核

收稿日期:2023-01-29

心网决定怎么去调度和处理。在这种网络模式下, MEC应用没有办法实现业务处理的完全下沉,只能实现部分功能。

随着5G的到来,在5G标准中,3GPP SA2下一代网络构架研究(3GPP TS 23.799)以及5G系统架构(3GPP TS 23.501)对MEC予以了支持。MEC可以根据应用标识、IP地址、数据流规则等通过5G控制面AF传递给PCF(Policy Control function),从而影响SMF(Session Management Function)对UPF(User plane Function)进行选择及PDU会话的建立。

### 2.1 5G网元及无线网CU/DU架构

5G核心网摒弃了传统设备功能实体的设计,采用了虚拟化技术和服务化架构(Service-based Architecture, SBA)的设计理念,控制面和用户面彻底分离,UPF作为独立的用户面实体,可以根据需要部署于各层级机房。而无线网则采用CU/DU架构,可以部署于无线接入机房和边缘汇聚机房。5G网络架构和用户面部署方式如图1所示。

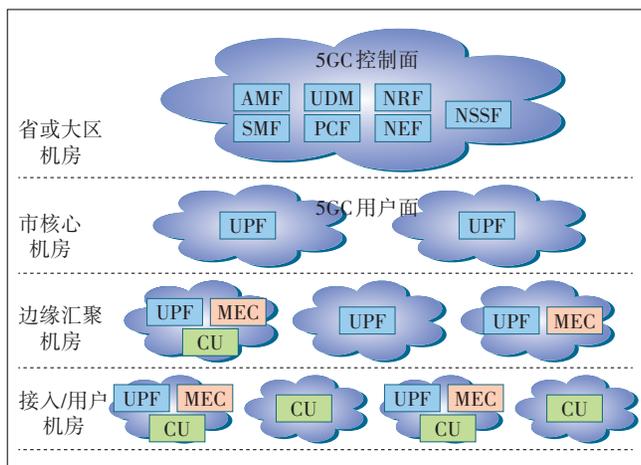


图1 5G网络架构和用户面部署方式

根据5G网络特点,针对不同业务的应用场景, MEC可以灵活地在多个网络位置进行部署。

a) MEC与基站CU单元、核心网转发面UPF部署于接入机房或者用户机房。此方式适用于移动速度低但对时延敏感或者可靠性要求高的业务,例如工业控制、智能制造等场景。

b) MEC和UPF一起部署于边缘汇聚机房、与5G gNB CU单元经过传输接入环相连,或者MEC、UPF和CU单元共同部署于边缘云。该方式适合部署于高带宽、移动范围广且有时延要求的业务场景,例如云游戏、移动视频监控、AR/VR等。

### 2.2 5G的会话及业务连续性

针对5G网络架构中UPF的多层次部署以及业务应用本地化带来的会话及业务连续性SSC(Session and Service Continuity)问题,3GPP给出了3种会话及业务连续性管理(SSC)模式,以保证终端高移动性场景下的用户体验。

a) SSC模式1:用户在移动过程中,PDU会话建立时的锚点UPF保持不变。在此模式下,应用对带宽与时延都没有特别高的要求,适用于普通的互联网应用场景。

b) SSC模式2:当用户离开锚点UPF区域时,网络会先释放掉原有PDU会话,并立即建立新的PDU会话。在此模式下,应用对带宽有较高要求,短暂的业务中断不会对用户的体验造成较大影响,适合高清视频、AR/VR等场景。

c) SSC模式3:当用户离开锚点UPF区域时,保持原有的PDU会话,同时建立新会话,最后再释放掉原有的PDU会话。此模式下,应用对时延和网络可靠性要求很高,适合车联网、智能制造等场景。

### 2.3 5G MEC的业务分流

5G核心网SMF有灵活的会话管理机制,结合PCF的策略管理功能,在MEC的部署过程中,可以根据不同的业务场景实现多样化的本地流量疏导。

#### 2.3.1 DNN(Data Network Name)方案

核心网UDM为用户签约专用DNN,用户终端配置专用DNN并发起会话建立请求,SMF根据DNN选择目的边缘UPF,完成PDU会话建立,即可接入与边缘UPF对接的MEC平台。DNN方案实现简单,对终端和网络的要求较小,选择此方案可以实现MEC业务快速上线,但此方案只支持单DNN接入,不支持同时访问Internet和本地分流业务。DNN方案如图2所示。

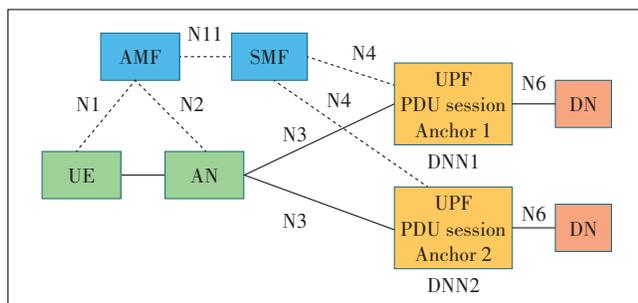


图2 DNN方案

目前,DNN方案在工业互联网应用比较广泛,在云巴、轻轨等智慧交通行业及智慧园区上也有应用。

在这些场景中,USIM卡芯片一般是定制集成在终端上,专卡专用,终端没有同时访问Internet和本地分流业务的需求。同时,结合5G网络切片功能,该方案可以很好地满足低时延、高可靠、高带宽等业务性能要求。

例如,在工业互联网的5G+智慧矿山应用中,给UE配置专用DNN,通过定制高5QI优先级保障+RB无线资源预留+FlexE+VPN隔离的切片方案,以低时延、高可靠性的能力进行采煤机、掘进机的远程控制以及井下铲运车、齿轨车的远程驾驶;通过定制5QI优先级保障+RB无线资源共享+VPN共享的切片方案,提供高带宽和较高优先级的能力,实现井下视频回传和硐室、综采工作面、巷道等场景的高清视频监控。此外,DNN方案在智慧钢铁、工业制造、智慧港口等工业互联网场景中也有类似的应用。

在智慧交通行业的云巴、轻轨应用中,给UE配置专用DNN,定制低时延、高可靠性的切片方案,通过列车CBTC系统(Communication Based Train Control System)控制信息的传输,根据列车运行的实际情况,对列车运行速度及制动方式等状态进行监督、控制和调整。通过定制高带宽和较高优先级的切片方案,进行列车乘客信息系统(PIS)信息传输和列车CCTV(Closed Circuit Television)信息实时回传。

### 2.3.2 LADN(Local Area Data Network)方案

LADN只允许UE在特定区域内访问该数据网络,UE需要签约专用DNN,而且需要特定终端支持,AMF会在Registration Accept消息中将DNN和服务区域发送给UE。当用户移动到LADN服务区域时,终端请求建立PDU会话,SMF选择UPF实现本地边缘网络接入。此时用户可以同时拥有互联网及LADN会话。LADN方案如图3所示。

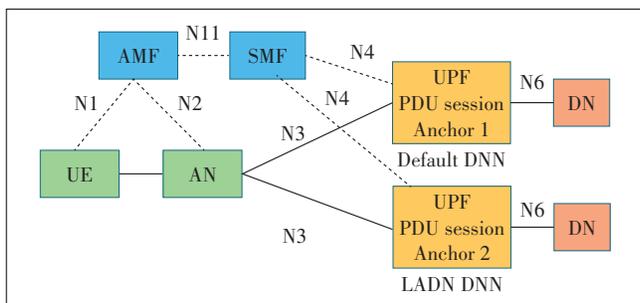


图3 LADN方案

LADN属于5G新引入的特性,对终端有新的功能要求,包括支持在特定TA区域下发起或请求释放

LADN会话、支持UE路由选择策略(用于将应用流绑定到LADN DNN上)。

目前,LADN方案有在智慧教学的场景中进行应用。在VR/AR教学中,为减小业务时延,采用MEC边缘云架构,将对时延要求高的渲染功能靠近用户侧部署,可以提升传输速率,改善学习体验。

### 2.3.3 UL CL(Uplink Classifier)方案

对于IPv4、IPv6或IPv4v6类型的PDU会话,都可以采用UL CL方案。在用户PDU会话建立过程中或建立完成后,SMF可以在PDU会话的数据路径中插入或者删除支持UL CL功能的UPF,并基于SMF提供的流量检测和流量转发规则,向不同的PDU会话锚点UPF转发上行业务流,分流至MEC平台;同时将不同PDU会话锚点UPF的下行业务流合并到UE。

满足触发条件插入UL CL后,还需要将业务数据包与流过滤规则进行匹配,符合流过滤规则的数据包才会被转发到指定的路径(一般是本地MEC平台),不符合流过滤规则的数据包则按照常规路径转发。常见的流过滤规则配置有IP五元组和应用URL:IP五元组指源IP地址/端口、目的IP地址/端口和传输层协议,将用户业务数据包的五元组信息与流过滤规则里配置的五元组信息进行对比,如果匹配则转发到指定路径;而应用URL则要求MEC平台将需要分流的本地IP地址与URL对应起来,判断用户业务数据包里的URL信息与流过滤规则里配置的URL信息是否匹配,如果匹配则转发到指定路径。在不进行特定配置的情况下,流过滤规则里的IP五元组和应用URL一般默认是ANY,即所有业务流默认匹配成功,数据包转到指定路径。UL CL方案如图4所示。

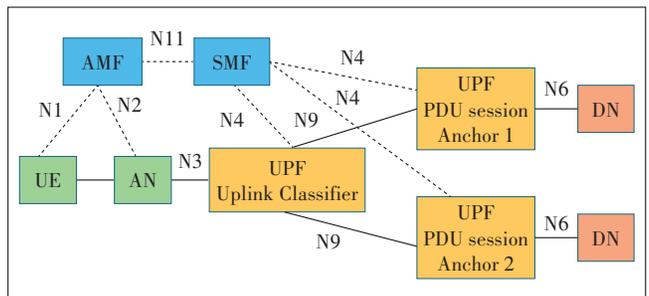


图4 UL CL方案

UL CL方案根据触发条件的不同可以细分为以下几种。

#### 2.3.3.1 特定位置UL CL方案

特定位置UL CL方案是指在SMF上配置分流策

略,当用户移动到特定位置(TAC)时,AMF向SMF上报用户的位置信息,SMF根据用户位置信息及分流策略触发UL CL分流。此方案的流过滤规则默认是ANY,即所有业务流量都分流到本地MEC。

特定位置触发UL CL分流和LADN场景类似,都是用户移动到特定位置时触发分流,适用于对公众用户开放的MEC场景,如在博物馆内体验AR/VR业务。由于MEC区域所有用户(即使不使用MEC业务)都会接入边缘UPF,可能会对边缘UPF造成压力。

### 2.3.3.2 位置及用户签约UL CL方案

用户需在PCF上签约支持使用MEC业务,并且PCF订阅用户位置信息。当用户移动到MEC区域时,AMF通过SMF向PCF上报用户位置信息,PCF根据用户位置信息及签约信息触发UL CL插入流程,新增边缘UPF锚点并插入UL CL。此方案的流过滤规则默认是ANY,即签约用户的所有业务流量都分流到本地MEC。

当在MEC区域内区分用户群体时,可采用位置及用户签约触发UL CL的方案,只有签约了此MEC业务的用户才会触发业务分流,避免MEC区域所有用户都占用边缘UPF资源。

### 2.3.3.3 位置、签约及应用检测UL CL方案

用户需在PCF上签约支持使用MEC业务,PCF订阅用户位置信息,并在PCF、SMF和中心UPF上分别配置特定的应用流过滤规则,如五元组信息、应用URL。当用户移动到MEC区域并使用特定应用时,中心UPF根据应用标识对应的过滤器检测出业务流,通过SMF上报PCF,PCF结合上报的用户位置信息及应用流检测结果,触发UL CL插入流程。此方案的流过滤规则需要配置特定的五元组信息或URL信息,只有匹配流过滤规则的流量才会分流至本地MEC,其他流量则按照常规路径转发。

位置、签约及应用检测UL CL方案可按应用的IP五元组、URL信息触发分流策略,可控粒度更细,适用于支持终端同时接入本地业务和互联网业务的场景。

### 2.3.3.4 能力开放UL CL方案

该方案的分流策略配置在MEC/APP(作为AF)上,NEF支持向MEC/APP开放2个API,包括流量引导功能(Traffic Influence)及用户位置功能(Monitoring Event)。当用户移动到MEC区域时,AMF通过NEF的用户位置功能把用户位置信息通知给MEC/APP,MEC/APP通过NEF触发流量引导功能,将分流规则传递给

PCF,PCF结合用户位置信息及应用流检测结果触发UL CL插入流程。此方案可根据业务需求动态触发UL CL策略,更为灵活,但有一定的开发门槛。

### 2.3.4 IPv6 Multi-Homing方案

PDU会话可以与多个IPv6前缀相关联,这被称为多归属(Multi-Homing)PDU会话。根据3GPP TS 23.501规定,PDU会话的多归属仅适用于IPv6类型的PDU会话。

IPv6 Multi-Homing场景下通过对会话分支点(Branching Point, BP)的增加、删除完成对本地业务锚点的创建,完成分流功能。在PDU会话建立过程中或建立完成后,SMF可以在PDU会话的数据路径中插入或删除会话分支点,分支点UPF根据SMF下发的过滤规则,通过检查数据包源IP地址进行分流,将不同IPv6前缀的业务流转发至不同的PDU会话锚点UPF,以及将不同PDU会话锚点UPF的下行业务流合并到5G终端。IPv6 Multi-Homing方案如图5所示。

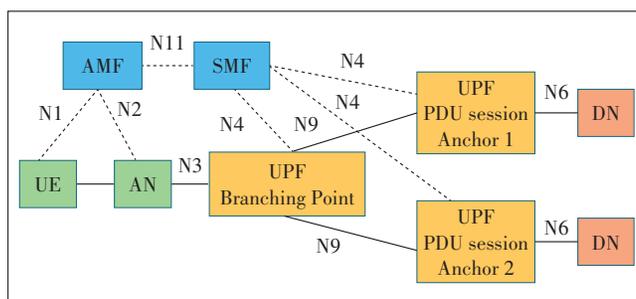


图5 IPv6 Multi-Homing方案

IPv6 Multi-Homing可用于支持先通后断服务连续性,即SSC模式3,也可以用于支持终端同时接入本地业务和互联网业务的场景。

## 2.4 5G的网络切片功能

网络切片是指将物理网络通过虚拟化技术分割为多个专用的、虚拟的、隔离的、按需定制的虚拟网络,以满足不同行业客户对网络能力的不同要求,如时延、带宽、可靠性等。每个虚拟网络被称为一个网络切片,每个网络切片中的网络功能可以在定制化的裁剪后,通过动态的网络功能编排形成一个完整的实例化的网络架构。

网络切片具有按需定制、端到端、隔离性三大特点,能够做到端到端的动态按需部署网络服务,并保证切片具有独立的生命周期管理,切片之间相互不影响。

在MEC网络中引入网络切片功能,可以为不同垂

直行业应用场景创建网络切片,以便根据业务特征采用不同的网络架构和管理机制,包括合理的资源分配方式、控制管理机制和运营商策略,从而保证行业应用场景中的性能需求,提高用户体验以及网络资源的利用率。

### 3 政务园区5G+MEC项目应用部署实践

随着政务服务信息化进程的推进,公务人员移动办公需求显著增加,电子政务成为建设“数字政府”、推动政府管理和社会治理模式创新的重要抓手。政务专网作为电子政务的核心基础设施和信息网络平台,由内网和外网构成,政务内网主要是办公专网,外网主要运行面向社会的专业性业务。如何实现移动终端对政务内网和外网的业务访问,同时保证内网的业务数据不出园区,成为政务专网建设的要点。

#### 3.1 业务需求分析

某政务局5G MEC项目应用的业务需求如下。

a) 针对指定2C用户,不换卡不换号,使用公共DNN,在指定区域内可以同时访问政务内网和Internet业务(包括政务外网),在区域外只能访问Internet业务,不能访问政务内网;其他非指定用户在指定区域内只能访问Internet业务。

b) 访问政务内网的业务数据不出政务园区。

c) 采用IPv4的应用。

针对业务需求进行分析如下。

a) 通过专线方式可以连通运营商行业应用共享UPF至园区政务内网的网络,配置专用的DNN,实现指定用户到园区政务内网的访问,但此时用户无法同时进行园区政务内网和外网的访问。如果同时访问园区政务内网和Internet业务,需要通过MEC的业务分流来实现。

b) 若要保证访问政务内网的业务数据不出园区,需要采用独立的UPF,将UPF下沉到用户园区。

c) IPv4应用,可以排除IPv6 Multi-Homing方案。

#### 3.2 应用部署方案

##### 3.2.1 MEC部署位置选择

访问政务内网的业务数据不出园区,MEC+UPF只能部署到用户园区机房。

##### 3.2.2 5G的会话及业务连续性方案选择

在政务园区的应用场景中,用户PDU会话建立时辅锚点UPF是用户园区的UPF,保持不变,且由于应用对带宽与时延都没有特别高的要求,选择SSC模式1。

##### 3.2.3 业务分流方案选择

业务分流需求要点包括签约特定用户、划分特定MEC服务区域、实现政务内网和Internet的业务分流这3个要点,结合表1中对5G MEC分流方案的分析比较,确认使用位置、签约及应用检测UL CL方案。

表1 政务园区MEC业务分流方案比较

分流方案	特定用户	划分特定MEC服务区域	实现政务系统的业务分流	其他限制因素
DNN方案	满足	不满足	满足	需要切换DNN
LAND方案	满足	满足	满足	需要终端支持
特定位置UL CL方案	不满足	满足	满足	-
位置及用户签约UL CL方案	满足	满足	满足	所有业务流量都分流到本地,无法使用同一DNN同时进行MEC业务和公网业务访问
位置、签约及应用检测UL CL方案	满足	满足	满足	-
能力开放UL CL方案	满足	满足	满足	需要开发定制

##### 3.2.4 业务切片方案选择

在政务园区的应用场景中,用户对带宽与时延都没有特别高的要求,按默认切片方案部署。

##### 3.2.5 整体实施方案

a) 在政务园区内下沉建设UL CL+辅锚点合设的UPF,通过园区DCGW路由器与运营商智能城域网相连,通过运营商承载网和云资源池中2C的5GC核心网元对接,MEC项目组网拓扑如图6所示。

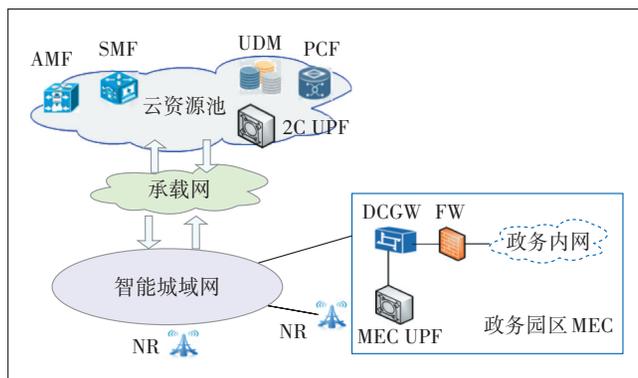


图6 政务园区MEC网络架构

b) 用户数据规划。测试用户1和测试用户2都签约公共DNN,其中用户1不签约政务分流业务策略,用户2签约分流策略。

c) 规划指定的TAC范围,PCF配置分流策略使能的TAC list,PCF基于签约+位置下发分流策略。

d) SMF 基于 PCF 下发的分流策略,对签约了策略的用户,选择 UL CL+辅锚点 UPF 插入用户会话,触发 UL CL 分流。

e) 在 UL CL+辅锚点 UPF 上配置五元组的流过滤规则,基于政务内网 IP+端口号进行业务数据路由。如果业务流与流过滤规则匹配,UL CL+辅锚点 UPF 则会通过 N6 接口将业务流路由到政务内网;如果业务流与规则不匹配,则将业务流通过 N9 接口转发到主锚点 UPF 后再通过 N6 接口路由到互联网。

f) 未签约的用户不触发 UL CL 分流,只能通过运营商核心网的主锚点 UPF 访问互联网,不能访问政务内网。

### 3.3 业务分流流程描述

当用户移动到指定区域时,AMF 通过 SMF 向 PCF 上报用户位置信息,PCF 根据用户位置信息及签约信息,触发 UL CL 插入流程,新增边缘 UPF 辅锚点并插入 UL CL,具体业务分流流程如图 7 所示。

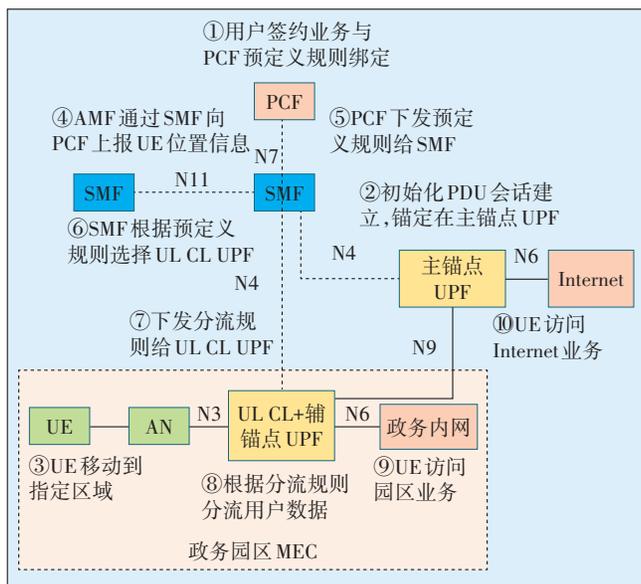


图 7 政务园区 MEC 业务分流流程

a) 在 PCF 上配置触发 UL CL 插入用户会话的指定区域(TAI list),并配置 UE 签约的业务套餐与预定义规则 A 之间的绑定关系。

b) 进行初始化 PDU 会话建立,锚定在主锚点 UPF。

c) 用户移动到指定区域(TAI list)。

d) AMF 通过 SMF 向 PCF 上报 UE 位置信息。

e) PCF 根据用户位置信息及签约信息,下发 UE 签约业务对应的预定义规则 A 到 SMF。

f) 若 SMF 根据配置发现 PCF 下发的规则 A 是分流的预定义规则,则基于 UE 的 DNN、TAI 选择 UL CL+辅锚点 UPF 插入用户会话中。

g) SMF 在 N4 消息中下发分流规则给 UL CL+辅锚点 UPF,指示匹配该 Application ID 的报文按分流规则进行本地分流。

h) UL CL+辅锚点 UPF 基于本地绑定的 Application ID 与流过滤规则(IP 及端口号),通过流过滤规则识别边缘业务流,分流用户数据。

i) 如果匹配流过滤规则,UL CL+辅锚点 UPF 则通过 N6 接口将业务数据路由到政务内网,实现对政务内网的访问。

j) 如果未匹配流过滤规则,UL CL+辅锚点 UPF 将业务数据通过 N9 接口转发到中心站点部署的主锚点 UPF,再通过 N6 接口路由到互联网,实现对公网业务的访问。

### 3.4 流过滤规则描述

政务园区业务场景采用的流过滤规则为基于 IP 地址+端口号(五元组)进行分流的规则,流程如图 8 所示。

a) UE 发起上行 IP 报文,传输层协议采用 TCP 或 UDP 均可。

b) IP 报文经 gNB 封装成 N3 接口的 GTP 报文,发往 UL CL+辅锚点 UPF。

c) UL CL+辅锚点 UPF 基于上行报文匹配 L3/L4 流过滤规则,即目的 IP 为 A,端口号为 B。如果匹配,执行分流动作,将 IP 报文路由到本地;如果不匹配,则将报文转发到主锚点的 UPF。

d) 如果匹配流过滤规则,UL CL+辅锚点 UPF 解封装 GTP 隧道报文,并将 IP 报文通过 N6 接口路由到政务内网。

e) 如果未匹配流过滤规则,UL CL+辅锚点 UPF 将 GTP 报文通过 N9 接口转发到主锚点 UPF,主锚点 UPF 解封装 GTP 隧道报文后将 IP 报文通过 N6 接口路由到互联网。

f) 匹配流过滤规则的下行响应报文,将通过基于 UL CL+辅锚点 UPF 后端的 NAT 发布路由或 N6 接口隧道返回 UL CL+辅锚点 UPF。

g) 未通过匹配的下行响应报文将通过基于主锚点 UPF 后端的 NAT 发布路由或 N6 接口隧道返回主锚点 UPF,经主锚点 UPF 转发至 UL CL+辅锚点 UPF。

h) UL CL+辅锚点 UPF 封装 N3 接口的 GTP 隧道,

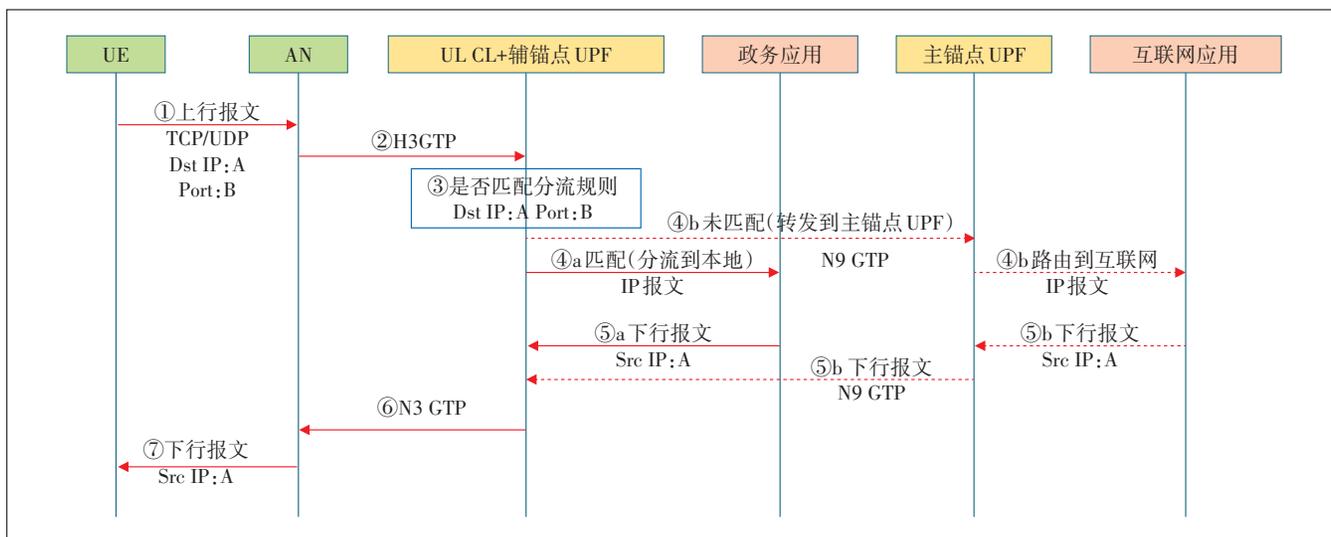


图8 政务园区MEC业务流过滤规则

将下行报文发送给gNB。

i) gNB解封封装GTP后将下行IP报文发送给UE。

### 3.5 业务测试验证

测试卡1和测试卡2都签约公共DNN,其中测试卡1不签约政务分流业务策略,测试卡2签约。测试终端选择支持5G SA的测试手机1台,并安装CELLULAR-Z软件。测试区域为2个相邻的指定TAC区域:8×××100、8×××200。业务测试结果如表2所示。

表2 政务园区MEC业务测试结果

测试对象	政务园区MEC平台		
	编号	测试用例	测试用例
测试条目	1	测试卡1(签约公共DNN,未签约政务分流业务策略)在指定TAC区域访问业务	只能访问互联网业务,符合要求
	2	测试卡2(签约公共DNN,签约政务分流业务策略)在普通TAC区域的业务访问	在指定区域内能同时访问园区政务和互联网业务,移动到指定区域外只能访问互联网、无法访问园区政务业务,符合要求
	3	测试卡2在指定TAC区域访问业务	
	4	测试卡2从普通TAC区域切换到指定TAC区域	
	5	测试卡2从指定TAC区域切换到普通TAC区域	
	6	测试卡2在指定的2个专用TAC区域间来回切换的业务访问	

### 3.6 测试总结

测试终端配置公共DNN,未签约政务分流业务策略的测试卡1在指定区域内只能访问互联网业务、不能访问园区政务业务;而签约政务分流业务策略的测试卡2在指定区域内能同时访问园区政务和互联网业

务,移动到指定区域外则只能访问互联网业务、不能访问园区政务业务。测试结果符合预期,满足业务需求。

## 4 总结

本文结合5G及MEC的技术特点,对基于5G的MEC应用部署进行研究。同时,通过参与政务园区5G+MEC平台的应用部署实践,进行了UL CL(PCF签约+位置触发+五元组流过滤)分流方案的制定和实施,在现实环境下验证了MEC应用部署方案的可行性。

MEC技术在5G网络下具有广阔的应用前景。通过对5G+MEC技术在不同行业场景中应用部署的研究,发现该技术可应对各类业务场景以及对网络的时延、安全性、容量等方面的要求,按需选择差异化的部署方案,给用户提供最优的网络环境,对运营商5G时代2B业务的发展具有重要意义。

### 参考文献:

[1] 3GPP. System architecture for the 5G System(5GS):3GPP TS 23.501[S/OL]. [2022-12-05]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs.  
[2] 3GPP. Procedures for the 5G System(5GS):3GPP TS 23.502[S/OL]. [2022-12-05]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs.

### 作者简介:

涂灿,工程师,学士,主要从事移动核心网建设、维护和优化工作;王琛,工程师,硕士,主要从事5G网络客户工程建设和交付工作;吴志伟,工程师,学士,主要从事移动核心网建设、维护和优化工作。