

5G 政务专网解决方案研究

Discussion on 5G Government Private Network Solution

蔡子华,陈 丰,郭春旭,刘子建(中国联通广东分公司,广东,广州510630)

Cai Zihua,Chen Feng,Guo Chunxu,Liu Zijian(China Unicom Guangdong Branch,Guangzhou 510630,China)

摘 要:

面向5G政务专网应用场景,在梳理典型业务需求的基础上,整合形成了基于终端号卡分流、DNN分流和UL CL分流3类解决方案,并指出其主要优势、局限性和场景适用性。最后针对现有UL CL方案的不足,提出了UL CL随行漫游和2B、2C融合优化思路。

关键词:

5G;政务专网;UL CL;本地分流;漫游

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.03.017

文章编号:1007-3043(2023)03-0088-05

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:

For 5G government private network application scenarios, three types of traffic offloading solutions based on SIM card, DNN and UL CL technologies are integrated and formed on the basis of sorting out typical service requirements. Then, all of these solutions' main advantages, limitations and scenario applicability are pointed out. Finally, aiming at the shortcomings of existing UL CL schemes, an optimization idea of UL CL accompanying roaming and 2B, 2C fusion is proposed.

Keywords:

5G; Government private network; UL CL; Local offloading; Roaming

引用格式:蔡子华,陈丰,郭春旭,等. 5G 政务专网解决方案研究[J]. 邮电设计技术,2023(3):88-92.

0 引言

无线政务网络是各级政府部门建设的聚焦于移动政务、公共安全、社会管理、应急指挥调度和重大活动保障等典型应用场景的通信网络。传统的无线政务网络一般采用“专网专建专用”的方式,端到端网络均采用专用设备独立建设,并专属政务机关内部使用,不对公众开放。新一代无线政务网络则考虑采用“公网专用”的方式,复用5G、卫星通信等公众网络的丰富基础资源设施,实现逻辑专用网络,以有效地补

充增强现有政务网络资源,同时利用无线服务能力的延伸将无线政务网络的使用对象拓展到公众。本文主要研究实现5G无线政务专网的解决方案。

1 政务专网典型需求

政务专网的用户群体主要为内部公务人员,群体相对固定,可预先标识。对于内部公务人员,使用政务专网的目的以办公为主,主要访问本地业务,但当其出差或因其他原因需要远程办公时,也需要提供能够接入本地网络的服务,因此这类人员的业务区域相对不固定。此外,从终端类型看,实际还存在第2类用户群体,也即政务服务一体机等固定终端。这类终端

收稿日期:2022-12-30

区别于内部公务人员所使用的2C普通终端,通常视为物网终端,也即2B终端。由上述分析可以看到,政务专网应用场景是典型的2B、2C双域融合场景。在此场景下,出于低时延、数据不出园区等考虑,通常将政务业务平台仅部署在特定区域,并且将5G用户面功能(UPF)下沉至本地部署,有且仅有该特定的UPF能够接入业务平台。

由于2C与2B业务需求差异化明显,且2B行业用户要求更高的网络自主性,可能涉及到对5G核心网的配置调整或升级,为避免这种网络变更影响到现网2C用户的感知体验,部分运营商采用了2B、2C核心网独立部署、无线基站复用的方案。以下分别将2B、2C核心网对应的5G网络称为2B大网和2C大网。

前述的政务园区UPF对接2B大网,但实际上除了固定终端是采用2B卡接入外,内部公务人员的移动终端主要是通过2C卡来访问本地2B业务。因此,如何实现2B、2C业务流的精确引导是5G政务专网解决方案需要重点考虑的关键需求之一。

除2B、2C业务融合需求外,无线政务专网还存在其他典型需求。一是网络拓展需求,政务专网需要支持大量分散机构的接入,要求网络具备广覆盖和柔性接入能力。二是业务隔离需求,政务业务需要与公众业务实现逻辑隔离,彼此互不影响,以保证数据传输的安全性和可靠性。三是网络安全需求,安全是政务业务平台的生命线。四是网络漫游需求,支持办公地点不固定或出差的公务人员的移动办公需求,满足终端远程接入的条件。五是用户体验和成本需求,传统虚拟专用网络(VPN)方案容易存在性能瓶颈,用户体验较差,且维护费用高,亟需性价比更优的解决方案。

对于网络拓展、业务隔离、网络安全等诉求,5G专网凭借无线覆盖增强、切片、加密鉴权等技术已能够天然支持。因此,本文将重点讨论2B、2C融合以及漫游需求的实现。

2 5G 政务专网基础解决方案

结合政务专网2B、2C融合业务需求,形成3类基础解决方案,即基于号卡分流、基于数据网络名称(DNN)分流和基于上行分流器(UL/CL)分流。前者属于终端侧分流,后二者均属于网络侧分流。

2.1 基于号卡分流的方案

政务园区UPF与2B大网组网打通。政务服务一体机等物网终端使用2B号卡并签约园区专用DNN。

当物网终端需访问政务业务平台时,2B接入和移动性管理功能(AMF)根据物网终端上报的DNN等信息为PDU会话建立选择2B会话管理功能(SMF),2B SMF根据物网终端位置和专用DNN等信息选择园区UPF作为主锚点,通过园区UPF N6接口可直接访问园区内网,但不支持访问互联网。

如果2C大网与2B大网隔离,且用户具有同时访问园区内网和互联网的需求,需要为用户配置2B和2C双号卡,其中,2B号卡用于访问政务平台本地业务,2C号卡用于访问互联网业务。具体做法是,用户使用双卡双待终端,2B号卡签约园区专用DNN,2C号卡签约2C大网DNN,并设置2C卡为默认上网卡。当用户访问公网业务时,2C大网UPF作为主锚点,可支持访问互联网和语音业务;当访问园区业务时,需用用户手动切换到2B号卡,访问政务业务平台的流程与前述物网终端相同(见图1)。

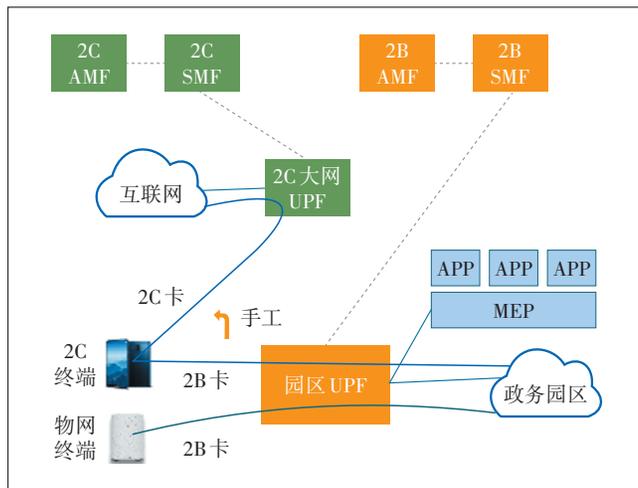


图1 基于终端号卡分流的方案(方案1)

这种方案的优势在于,通过终端号卡实现2B、2C业务分流,无需网络侧做任何改动即能支持。且2B、2C业务流通过不同的UPF承载,天然隔离,充分保障了数据安全性。但是,由于需要用户手动切换号卡,一定程度上降低了用户体验。此外,由于国家监管政策要求,普通用户不能直接使用2B号卡,也间接影响了双号卡方案的推广应用。

2.2 基于DNN分流的方案

政务园区UPF与2C大网组网打通。政务专网用户使用2C号卡,同时签约2C大网DNN和园区专用DNN。此时,无论用户处于政务园区内外,均可以选择园区UPF提供服务并访问内网业务平台(见图2)。

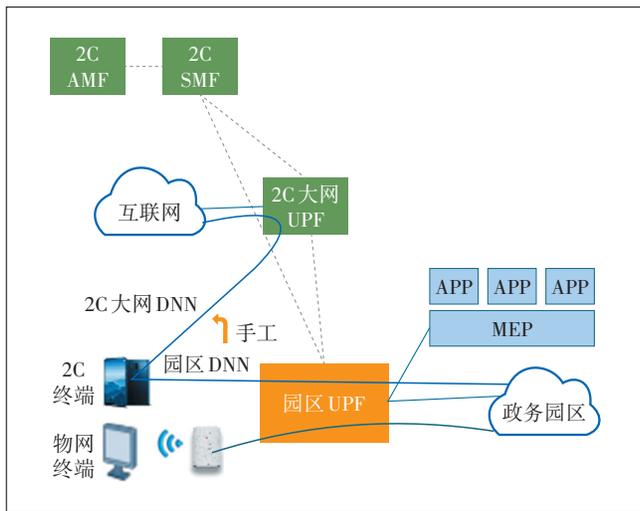


图2 基于DNN分流的方案(方案2)

如用户需访问互联网业务,可以考虑2种实现方式,一种是经由政务园区内网间接出口到互联网,另一种是手动切换到2C大网DNN。相对而言,前者的实现成本较高,且可能不满足政务园区安全管理要求,后者则一定程度牺牲用户体验,且要求2C大网AMF开启DNN纠错功能,以免用户配置错误导致无法正常上网。如客户对业务操作体验敏感,可考虑在终端上安装定制APP进行DNN的切换。但这种方式对用户而言仍然是有感知的,仅是过渡方案。未来商用终端支持终端路由选择策略(URSP)功能后,有望彻底解决多DNN自动切换的问题。

对于物网终端,由于2C和2B大网分隔,如使用2B号卡,则要求在政务园区另行部署一套与2B大网打通的入驻式UPF,由此将带来建设成本的提升。因此,考虑物网终端经由客户终端设备(CPE)接入园区内网的过渡方案,CPE同样使用2C号卡,并签约园区专用DNN。

上述方案的优势在于同时支持4G/5G,且支持全网漫游,对于办公地点不固定或出差人员的2C终端非常友好。但对于位置相对固定的物网终端,则存在业务支持度不佳的问题,即使采用CPE转接,也仅仅解决网络接入的基本诉求,但仍有号卡实名制要求、单用户开卡数量受限、流量数据套餐计费高等问题。

2.3 基于UL、CL分流的方案

政务园区UPF与2C大网组网打通。政务专网用户使用2C号卡,并签约2C大网DNN。网络引入UL/CL特性。2C大网UPF作为主锚点UPF,园区UPF同时作为UL、CL、UPF和辅锚点UPF。UL、CL、UPF将根

据用户本地业务流特征,把访问政务园区业务平台的数据经由园区UPF分流到本地,把访问互联网数据经园区UPF的N9接口转发到2C大网UPF并疏导到公网(见图3)。这样可以满足低时延的用户体验,实现“数据不出园区”,同时也节省了大网传输资源。

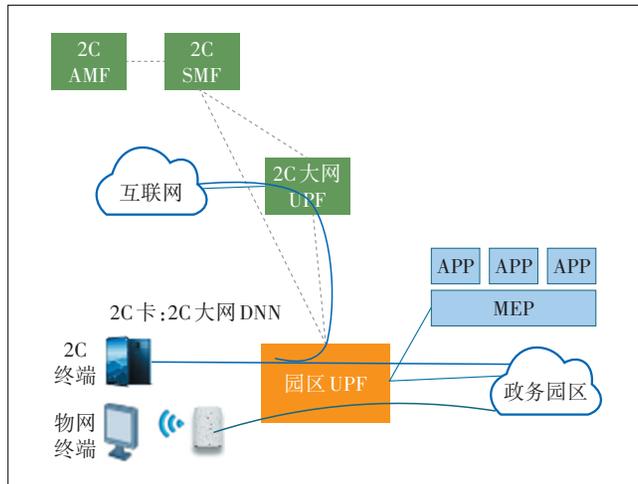


图3 基于UL/CL分流的方案(方案3)

实际应用UL/CL时,可以考虑2种本地分流策略,即基于DNN+位置的本地分流策略和基于PCF签约的本地分流策略。前者需针对政务园区重新规划5G跟踪区代码(TAC),并在2C SMF上部署基于用户激活的DNN、位置以及数据网络接入标识(DNAI)等信息选择UL/CL UPF并触发创建UL/CL流程的策略。当用户进入政务园区TAC范围内时,园区UPF将根据SMF下发的分流策略进行规则匹配,完成本地分流。后者要求用户签约业务与策略控制功能(PCF)预定义规则绑定,当终端激活时PCF下发预定义规则名给2C SMF,SMF收到后根据本地配置判定该规则名是否为分流预定义规则,如果是,则为终端选择园区UPF并将其插入到终端的PDU会话中,园区UPF在后续数据转发流程中根据分流规则分流用户数据到内网政务平台或互联网。从二者的实现原理不难发现,前者不区分政务园区内部用户和大网用户,其受众具有随机性,而后者则区分用户,适用于可预先规划、提前签约的用户场景。

与方案2类似,当终端类型为物网终端时,方案3同样存在网络对物网终端支持程度不友好的问题。

实际上,以上3种方案均存在一定的局限性,未能全部解决政务专网的业务诉求。表1梳理了3种方案的特点。

表 1 基础解决方案对比

方案	用户体验		部署成本		主要优势	局限性
	2C终端	物网终端	终端侧	网络侧		
方案 1: 基于号卡分流	用户需手动切换号卡	佳	增加 2B 号卡	无	网络天然支持,2B、2C 业务流完全隔离,支持漫游	普通用户使用 2B 号卡可能不符合国家监管政策要求
方案 2: 基于 DNN 分流	不佳,需手动切换 DNN 或定制 APP	不佳,需经 CPE 间接接入网络	无	增加网络配置	同时支持 4G/5G,支持全网漫游	对终端能力要求高,IOS 终端暂不支持多 DNN 切换
方案 3 基于 UL CL 分流	佳	不佳,需经 CPE 间接接入网络	无	增加网络配置	本地分流体验相对最佳	不支持漫游

可见,方案 1 由于监管原因不推荐应用,方案 3 存在不支持漫游的问题需优化,此外,方案 2 和方案 3 存在共性问题,即由于 2C 和 2B 大网隔离的原因,对物网终端入网的支持不友好。

3 5G 政务专网增强解决思路

以方案 3 为例,讨论可行的增强和优化方案。目前 3GPP 标准尚未支持漫游场景下的 UL CL 功能,因此需要定制个性化解决方案。

3.1 UL CL 随行漫游思路

分别对归属地 SMF 和漫游地 SMF 进行升级,其中归属地 SMF 配置基于专用 DNN 绑定 UPF 及其锚点选择的策略,漫游地 SMF 配置根据辅 DNN 选择辅锚点的策略,并为用户 2C 号卡签约专用 DNN。当用户移动到漫游地并发起会话请求时,漫游地 AMF 向网络存储功能(NRF)执行 SMF 服务发现,NRF 会根据专用 DNN 等信息匹配并返回归属地锚点 SMF。由于锚点 SMF 未覆盖当前终端所在的跟踪区标识(TAI),AMF 根据 TAI 再次向 NRF 执行 SMF 服务发现并返回 I-SMF。在 I-SMF 插入的流程中,I-SMF 将终端当前会话 DNN 所关联的 DNAI 通过 N16a 接口发送给归属地的锚点 SMF,锚点 SMF 会在响应消息中将协商出的会话 DNAI 携带给 I-SMF,辅助 I-SMF 选择合适的 I-UPF。锚点 SMF 同时也会根据 DNAI 选择到主锚点 UPF,也即园区 UPF,并为当前终端分配 IP 地址。当用户需要进行 UL CL 分流时,I-SMF 会根据从锚点 SMF 获取的 DNAI 为终端插入 UL CL UPF 和辅锚点 UPF,也即当前的 I-

UPF。这样,当终端访问政务园区本地业务时,业务流经由漫游地 I-UPF 的 N9 接口转发到园区 UPF;当访问互联网业务时,则直接经由 I-UPF 疏导(见图 4)。由于园区 UPF 为当前终端分配的 IP 地址为私网地址,因此还需要对漫游地 UPF 配置漫入非主锚点用户网络地址转换(NAT)策略。

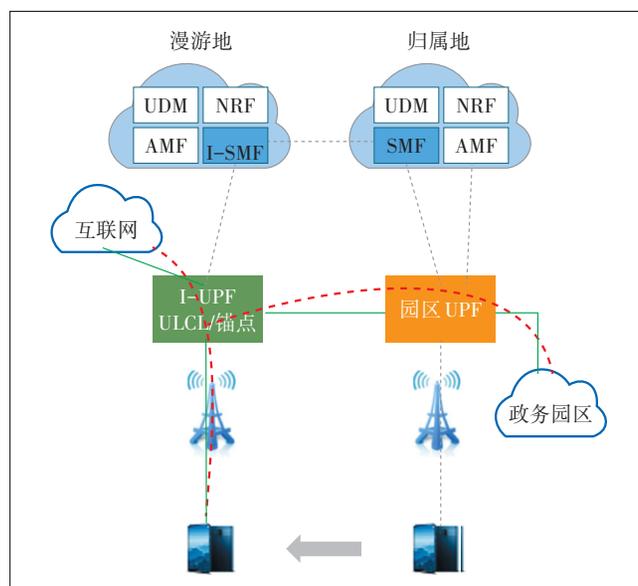


图 4 UL CL 随行漫游思路

这一方案可以满足政务专网用户在政务园区内和漫游地同时访问政务业务和互联网的需求,且可以有效替代传统 VPN 方案,但需要对运营商网络进行较为复杂的升级和配置,技术实现细节还有待进一步完善。

3.2 2B、2C 融合优化思路

园区 UPF 不能支持 2C 号卡和 2B 号卡同时接入的主要原因是 2C 大网和 2B 大网不耦合。因此,可以考虑 2B、2C 大网部分耦合的方式,即将园区 UPF 双上联 2B/2C SMF(见图 5)。园区 UPF 分别与 2C 大网和 2B 大网组网打通。2C 号卡用户签约 2C 大网 DNN,当存在 2B、2C 业务需求时,其业务流向同方案 3。2B 号卡终端则签约园区专用 DNN,附着于 2B 大网 AMF,并激活在大网 2B SMF 和 2B UPF 上,同样可实现本地业务分流。这一方案理论上解决了 2B、2C 号卡终端同时接入园区 UPF 的问题,且适用于无法预先规划、无法提前签约的纯 2C 用户场景。但是,双上联方案对于运营商网络改动相对较大,配置较为复杂,同时对于 2B、2C 大网控制面异厂家的场景可能不兼容,限制了其推广应用的空间。

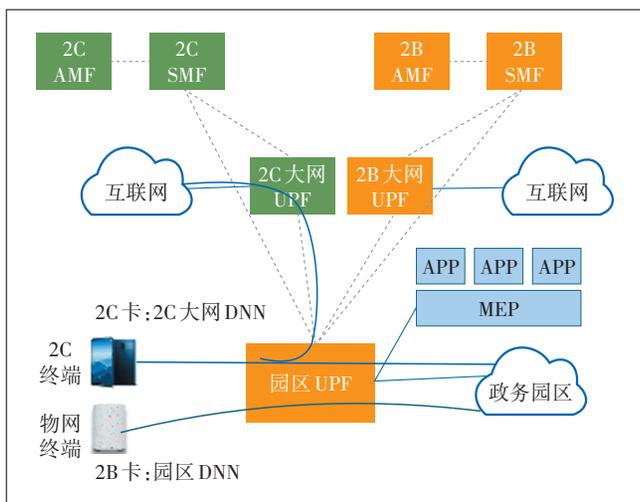


图5 UPF 双上联 2B/2C SMF 方案

在不对运营商网络进行较大改造,也即仍保持 2C 大网和 2B 大网隔离的前提下,解决 2B、2C 同时接入的另一思路是,通过 2B 大网统一为 2B、2C 用户提供网络服务(见图 6)。具体方式是,2C 号卡终端签约 2B、2C 定制切片,终端入网时选择 2C 大网 AMF 作为初始 AMF 进行注册,由于 2C AMF 不支持终端当前的 Requested 网络切片选择辅助信息(NSSAI),触发 AMF 重分配流程,重路由到 2B 大网 AMF,2B AMF 根据终端 NAS 消息中的相关信息选择 2B 大网 SMF,2B SMF 选择 2B 大网 UPF 作为主锚点,选择园区 UPF 作为 UL CL UPF 和辅锚点,根据本地分流策略进行业务转发。这一方案的限制是,需提前为用户签约 2B、2C 切片,因此无法进行预先规划。

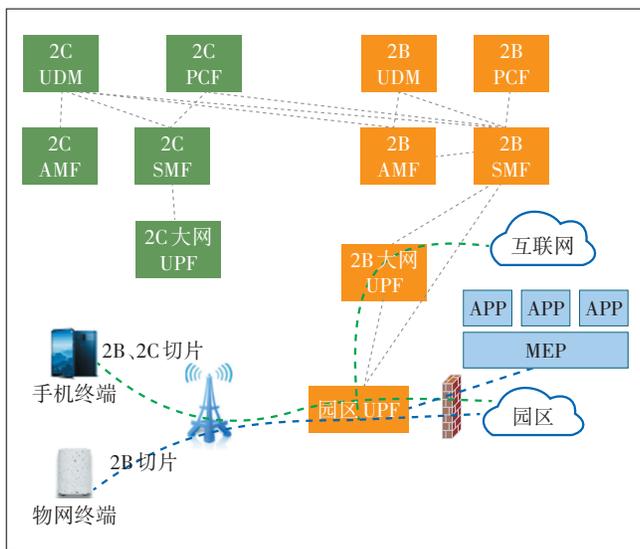


图6 2B、2C 定制切片方案

4 结束语

5G 政务专网 2B、2C 业务融合需求和漫游需求凸显,基于 DNN 分流和 UL CL 分流的技术方案基本可以满足用户的基础需求场景,但在如何提升随行漫游能力、如何实现无感知的 2B、2C 业务融合等用户体验提升方面仍需优化和增强。本文提出的增强解决思路可以为 5G 政务解决方案的完善和应用提供参考。

参考文献:

- [1] 中国联合网络通信集团有限公司. 中国联通 5G 政务外网技术白皮书 [R/OL]. [2022-10-10]. <https://www.c114.com.cn/news/119/a1185775.html>.
- [2] 许锐,曹华梁,张宏远. 无线政务专网演进与建设研究[J]. 邮电设计技术,2021(8):34-42.
- [3] 边伟成,王光鑫. 电子政务外网与 5G 移动通信网融合研究[J]. 无线互联科技,2021,18(24):1-4.
- [4] 蔡子华,张紫璇,许泽钊. 5G 集群通信网技术方案探讨[J]. 广东通信技术,2021,41(5):43-46.
- [5] 高功应,平军磊,刘凡栋,等. 5G SA VPDN 业务继承方案研究[J]. 邮电设计技术,2021(9):11-16.
- [6] 冯征,周维,卜忠贵,等. 5G 边缘计算组网关键技术研究[J]. 移动通信,2022,46(1):2-9.
- [7] 陈洁,卢斌,张琳峰,等. 5G 专网业务能力需求及端到端网络技术实现[J]. 广东通信技术,2021,41(6):2-6,19.
- [8] 方晓农,周化虎. 面向 5G ToB 应用的 UPF 建设策略探讨[J]. 电信快报,2021(10):8-11.
- [9] 赵际洲,周欣,谷群,等. 5G 双域专网解决方案浅析[J]. 移动通信,2022,46(1):20-26.
- [10] 肖羽,陈丹,王帅. 四大 5G 校园专网方案研究[J]. 通信世界,2021(16):42-44.
- [11] 陈云斌,王全,黄强,等. 5G MEC UPF 选择及本地分流技术分析[J]. 移动通信,2020,44(1):48-53.
- [12] 平军磊,刘扬,罗君,等. 5G SA 2B 网络部署方案及切片应用策略研究[J]. 邮电设计技术,2020(9):1-6.
- [13] 陈婉璐,常培,马瑞涛. 5G 网络差异化解决方案探讨[J]. 邮电设计技术,2020(9):83-85.
- [14] 赵志斌,何力毅,刘广红,等. 5G MEC 行业应用部署方案研究[J]. 邮电设计技术,2021(1):25-30.

作者简介:

蔡子华,毕业于暨南大学,工程师,学士,主要从事 5G 专网咨询规划相关工作;陈丰,毕业于华南理工大学,工程师,学士,主要从事核心网的工程规划、可研和设计工作;郭春旭,毕业于内蒙古农业大学,学士,工程师,主要从事 5G 新技术研究和 5G 专网产品规划工作;刘子建,毕业于北京邮电大学,硕士,工程师,主要从事 5G 新技术研究和 5G 专网产品规划工作。